Tr

LES ASCENSEURS

ASCENSEURS HYDRAULIQUES

ASCENSEURS HYDRAULIQUES AVEC EMPLOI DE MOTEURS
à air comprimé, à gaz ou électriques.

ASCENSEURS ÉLECTRIQUES

LES

ASCENSEURS

ASCENSEURS HYDRAULIQUES

ASCENSEURS HYDRAULIQUES AVEC EMPLOI DE MOTEURS
à air comprimé, à gaz ou électriques.

ASCENSEURS ÉLECTRIQUES

PAR

Georges Gustave
G. DUMONT & G. BAIGNÈRES

INGÉNIEURS DES ARTS ET MANUFACTURES

Extrait du Journal LE GÉNIE CIVIL

PARIS

Ve CH. DUNOD ET P. VICQ | LE GÉNIE CIVIL
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS | 6, RUE DE LA CHAUSSÉE-D'ANTIN, 6

1897

LES ASCENSEURS

ASCENSEURS HYDRAULIQUES

ASCENSEURS HYDRAULIQUES AVEC EMPLOI DE MOTEURS
à air comprimé, à gaz ou électriques.

ASCENSEURS ÉLECTRIQUES

AVANT-PROPOS

Parmi les appareils mécaniques qui sont considérés aujourd'hut comme les accessoires obligés de toute habitation confortable, figurent, au premier rang, les *ascenseurs*.

L'idée qui consiste à éviter aux locataires la fatigue d'une ascension par l'escalier, à un étage élevé, n'est pas nouvelle, puisque nos ancêtres avaient imaginé la chaise volante, c'est-à-dire la *chaise à porteurs*, hissée au moyen d'une corde et d'une poulie par des laquais tirant sur la corde.

Mais l'ascenseur moderne est à la fois plus compliqué et plus commode. Le premier de ces appareils fit son apparition à l'exposition de 1867; il fut installé par M. Édoux, qui se servit de l'eau sous pression, distribuée par les conduites urbaines, pour produire le mouvement d'ascension de la cabine.

La construction des ascenseurs a passé par des phases diverses commandées par les circonstances.

Après les ascenseurs hydrauliques, qui peuvent être avec ou sans puits, on imagina une modification ayant pour but d'utiliser la puissance de l'air comprimé distribué dans certains quartiers de Paris et vendu à un tarif moins élevé que l'eau de source. On créa ainsi l'*ascenseur aéro-hydraulique*.

On avait déjà avantage à opérer la transformation d'un ascenseur

hydraulique en ascenseur aéro-hydraulique, lorsque le tarif de l'eau à Paris était de 0 fr. 32 le mètre cube ; mais depuis que le prix du mètre cube est de 0 fr. 60, on se trouve dans la nécessité d'employer une puissance motrice moins coûteuse, et comme l'air comprimé n'est distribué que dans quelques quartiers industriels de Paris, ceux-là surtout où les ascenseurs sont encore peu répandus, tandis que les canalisations de gaz existent partout et que les canalisations d'électricité prennent de jour en jour plus d'extension, on a songé à utiliser les moteurs à gaz et les moteurs électriques.

En employant ces moteurs, on peut conserver les avantages particuliers aux ascenseurs hydrauliques.

Ainsi, nous donnerons un exemple d'installation dans laquelle la puissance motrice est emmagasinée dans un accumulateur hydraulique par l'intermédiaire d'un moteur à gaz qui se met automatiquement en marche lorsque l'accumulateur en question est sur le point d'arriver au bas de sa course.

Dans d'autres appareils, le moteur électrique intervient seulement pour agir sur un système de pompes qui refoulent l'eau dans un accumulateur mis en relation directe avec le distributeur de l'ascenseur. L'eau d'évacuation se rend dans une bâche où elle est reprise par les pompes. Dans ces conditions, c'est toujours la même eau qui sert.

On peut également faire agir le moteur électrique sur un volume d'eau constant par l'intermédiaire d'un accumulateur.

Enfin, on a utilisé la puissance fournie par les moteurs électriques pour faire tourner directement un treuil sur lequel s'enroule le câble de suspension de la cabine, et on obtient ainsi les *ascenseurs électriques* proprement dits.

Ces considérations justifient suffisamment l'ordre que nous avons adopté pour notre étude :

1° Ascenseurs hydrauliques :
  a) Avec puits ;
  b) Sans puits.
2° Ascenseurs hydrauliques avec emploi de moteurs à air comprimé, à gaz ou électriques.
3° Ascenseurs électriques.

Mais avant d'entrer dans le détail des dispositions qui différentient les systèmes actuellement en usage, nous croyons utile de faire connaître rapidement tous les points communs aux ascenseurs, quelle que soit la puissance motrice dont on a fait choix.

CHAPITRE PREMIER

ORGANES ACCESSOIRES DES ASCENSEURS

Un ascenseur se compose essentiellement d'une cage ou cabine guidée sur tout son parcours et destinée à recevoir un nombre variable de personnes.

Cette cabine est, ou poussée par un piston mû par l'eau sous pression, ou tirée par un câble qui s'enroule sur un treuil moteur.

Équilibrage du poids mort dans les ascenseurs hydrauliques.

Dans tout ascenseur hydraulique à puits, la charge qui s'exerce sur la colonne liquide contenue dans le cylindre comprend le poids de la cabine, celui du piston et celui des personnes à soulever.

Le mouvement d'ascension de cette charge est dû à l'action de l'eau arrivant à une pression donnée, et avec un certain débit, sous le piston.

La descente est due au poids même du piston et de sa charge qui refoule l'eau dans une conduite d'évacuation.

Mais pour obtenir la descente, il suffit de varier les résistances passives, et on n'a besoin que d'une faible partie du poids mort (représenté par celui du piston et de la cabine); d'autre part, on a intérêt à réduire autant que possible la dépense d'eau nécessaire à la montée.

C'est pourquoi on équilibre *toute la partie inutile* du poids mort, en ne conservant que l'excédent susceptible de produire la descente à une vitesse déterminée.

Le premier moyen qui se présente à l'esprit pour équilibrer le poids mort consiste à attacher à la cabine C une corde ou un câble F (fig. 1) qui, après avoir passé sur une ou deux poulies G G, porte un contrepoids Q égal au poids de la cabine et du piston.

Le poids de la cabine est invariable, mais celui du piston varie suivant qu'il plonge dans l'eau ou qu'il en émerge ; le poids mort, qui est le total de ces deux poids, est donc constamment variable.

Dans le système que nous venons de décrire, le contrepoids Q compense la partie invariable du poids mort, et c'est le poids variable de la corde ou du câble qui, par son déplacement dans les deux sens par rapport à l'axe des poulies, fait constamment et rigoureusement

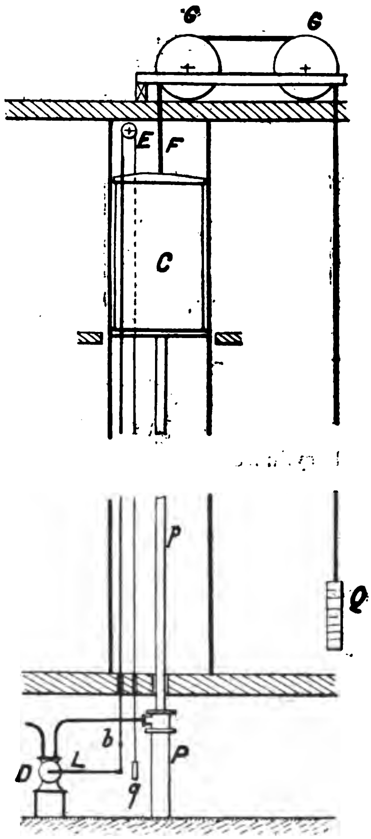


Fig. 1.

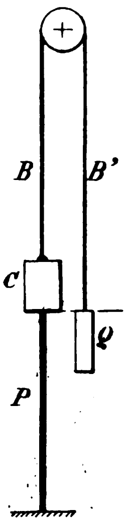


Fig. 2.

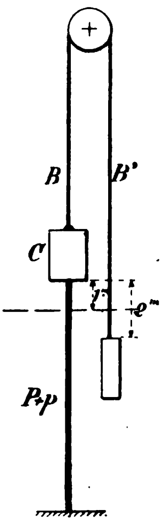


Fig. 3.

équilibre à la variation du poids du piston. Cette dernière condition est remplie si on donne au câble de transmission un poids, par mètre,

égal à la moitié de celui du volume d'eau correspondant du piston pour la même longueur.

En effet, quand l'ascenseur est à mi-course (fig. 2), les deux brins de ce câble B, B' se contre-balancent, et le contrepoids Q étant égal au poids de la cabine C augmenté de celui P du piston à moitié immergé, il y aura équilibre.

Mais quand le piston aura monté de 1 mètre, par exemple (fig. 3), son poids ne sera augmenté de la quantité p égale au poids du volume d'eau qui a pris sa place dans le cylindre. D'autre part, la différence de longueur entre le brin B' et le brin B est maintenant de 2 mètres; par conséquent, pour que l'équilibre soit maintenu, il faut que le poids $2p'$ de ces deux mètres de câble (p' étant le poids par mètre du câble) soit égal au poids p. D'où :

$$p = 2p' \text{ ou } p' = \frac{p}{2}.$$

Les deux conditions à remplir sont donc :

$$Q = P + C \text{ et } p' = \frac{p}{2}.$$

Ce moyen d'équilibrage du poids mort variable est, sans contredit, le plus simple, le moins coûteux, mais il n'est pas toujours possible d'installer des transmissions supérieures et de disposer d'une courette voisine de l'escalier où puisse monter et descendre le contrepoids; enfin, dans certains cas, le câble fixé à la cabine peut être disgracieux comme effet.

C'est pour répondre à ces diverses objections qu'on a été conduit à modifier ce système sans en abandonner le principe.

Cette modification consiste à concentrer les organes de transmission dans un caisson métallique placé au sous-sol et monté sur le cylindre de l'ascenseur (fig. 4). Ce caisson, constamment plein d'eau, renferme des poulies B, B' sur lesquelles s'enroulent deux chaînes dont l'une des extrémités est attachée au bout libre du piston plongeur et l'autre à un contrepoids annulaire K qui se déplace ainsi dans toute la hauteur du cylindre et au travers duquel passe le piston dans une partie de sa course.

Il faut, bien entendu, élargir le cylindre et constituer le piston suivant des formes et avec des matières capables de résister aux efforts de compression sans aucun risque de rupture ni même de flambage. On

y arrive par l'emploi de tubes d'acier qui résistent aux efforts en question pour des hauteurs supérieures à 150 fois leur diamètre.

Les organes mécaniques du compensateur étant constamment immergés, sont lubrifiés par l'eau, mais l'inconvénient du système réside dans l'impossibilité de visiter ces organes et aussi dans ce fait que l'eau de source employée à Paris contenant toujours des graviers en suspension, ces graviers s'interposent entre les parties frottantes et amènent leur usure plus rapide.

Dans le cas d'une rupture des chaînes, celles-ci tomberaient, ainsi que le contrepoids qu'elles soutiennent, au fond du cylindre et l'ascenseur se trouverait alors dans le cas d'un appareil non équilibré; d'où la nécessité, pour parer aux conséquences d'un pareil accident, de munir le distributeur d'une valve régulatrice dont les dispositions et le jeu seront indiqués quand il sera question des organes de sécurité.

L'équilibrage du poids mort peut s'effectuer sans chaînes, câbles ni contrepoids, en appliquant le principe de la balance hydraulique. Le cylindre de l'ascenseur (fig. 5) communique par un tuyau *t* avec une sorte d'accumulateur A dit *compensateur* renfermant un piston chargé de contrepoids. Le tout est plein d'eau. Quand le piston de l'accumulateur descend, le piston porte-cabine de l'ascenseur monte, et inversement. On comprend qu'en disposant convenablement le poids qui charge le piston de l'accumulateur, on puisse faire équilibre au poids de la cabine et de sa tige, par l'intermédiaire de l'eau interposée.

Quant à la descente du piston de l'accumulateur, elle est obtenue par l'introduction de l'eau motrice au-dessus de ce piston, ce dernier remonte quand on évacue l'eau motrice, il s'arrête quand on interrompt l'arrivée ou l'évacuation de l'eau motrice. Ces divers mouvements sont obtenus par la manœuvre du distributeur D.

Les avantages du système sont, en dehors de la suppression des chaînes, câbles et contrepoids compensateur : d'utiliser toujours la même eau pour le soulèvement de la cabine (cette eau reste constamment grasse), et de pouvoir augmenter le diamètre du piston porte-cabine sans accroître la consommation d'eau; de régler la vitesse de la cabine, cette vitesse dépendant du passage de l'eau dans la section invariable d'un tuyau; d'empêcher enfin l'introduction de l'air dans le cylindre de l'ascenseur et, par suite, d'éviter des accidents contre lesquels on est obligé de se prémunir dans les ascenseurs précédemment décrits, par l'adjonction d'appareils qui seront mentionnés plus loin.

Reste à munir l'accumulateur des dispositifs spéciaux ayant pour but de faire varier le poids qui charge le piston de l'accumulateur, de façon à arriver à l'équilibrage rigoureux du poids mort qui est constamment variable ainsi que nous l'avons vu plus haut.

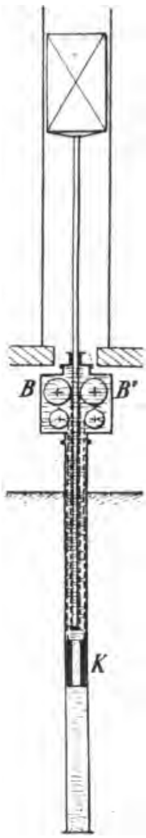


FIG 4.

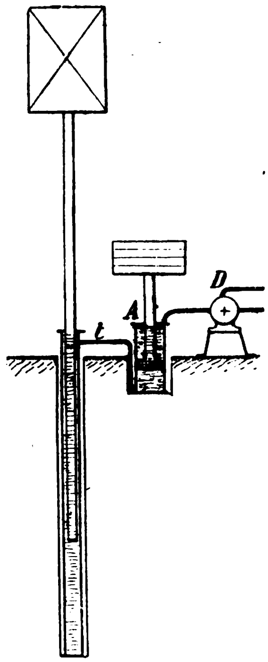


FIG. 5.

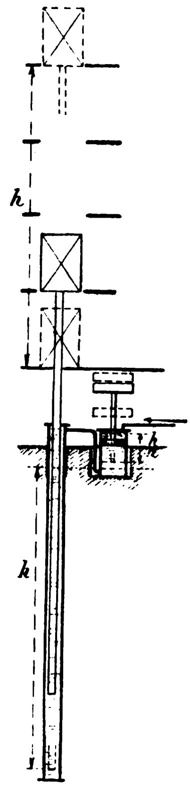


FIG. 6.

Pour une hauteur *h* de la cabine au-dessus du sol, le poids mort à équilibrer M est représenté par une expression de la forme

$$M = A + Bh.$$

Plusieurs systèmes ont été imaginés dans ce but; on a cherché, en outre, à disposer les organes de façon à occuper le moins de place

possible dans le sous-sol, le manque de place étant une des principales difficultés qui se présentent dans les installations, notamment à Paris.

Avant de faire connaître ces systèmes, nous ne croyons pas inutile d'indiquer, d'une manière générale, comment on détermine les contrepoids fixe et variable, ainsi que la section du piston porte-cabine, dans le cas d'un ascenseur avec compensateur hydraulique.

Dans le cylindre du compensateur se meut un piston étanche chargé avec des rondelles de fonte (fig. 6). Un volume d'eau invariable occupe l'espace compris entre les deux pistons. Ces derniers se déplacent en sens inverse; tandis que le piston du compensateur a un déplacement total égal à la hauteur disponible en sous-sol, celui de la cabine a une course qui atteint la hauteur totale des étages desservis. L'équilibrage exact, dans les ascenseurs hydrauliques, a pour but d'obtenir une vitesse constante à la montée et de permettre la descente de la cabine à une vitesse déterminée.

La condition d'équilibrage résulte de l'application du principe suivant :

« Une pression exercée en un point quelconque d'une masse liquide se transmet intégralement aux points de même niveau ; elle s'augmente, pour les points inférieurs, du poids d'une colonne liquide ayant pour base l'unité de surface (1 centimètre carré) et pour hauteur la distance verticale des deux points. »

Cette augmentation est, par exemple, de *1* kilogr. en un point situé à *10* mètres au-dessous du point d'application de la pression dans une masse *d'eau pure*.

Considérons la cabine en un point quelconque de sa montée.

L'action motrice *par centimètre carré*, c'est-à-dire la pression qui s'exerce de bas en haut sous le piston porte-cabine, comprend les quatre parties suivantes, dont la somme doit être constante pour obtenir une vitesse uniforme :

1° La pression de l'eau motrice sur le piston du compensateur ;

2° La pression due au poids propre de cette eau motrice;

3° Le poids par centimètre carré de la colonne d'eau qui sépare la surface inférieure du piston compensateur de celle du piston porte-cabine ;

4° L'action par centimètre carré du poids constitué par le piston compensateur et sa charge variable.

Supposons maintenant que la cabine s'élève de 1 mètre, et étudions le nouvel état d'équilibre.

La première partie n'a pas varié.

La deuxième a augmenté d'une quantité égale au poids d'une colonne d'eau ayant pour hauteur la course du piston compensateur, soit $\frac{1}{n}$ mètre $\left(\text{en admettant que les sections des pistons soit dans le rapport } \frac{1}{n}\right)$; l'augmentation qui en résulte est de $\left(\frac{1}{n \times 10}\right)$ kilogr.

La troisième partie a diminué, puisque les deux pistons se sont rapprochés l'un de l'autre.

Le petit piston s'est élevé de 1 mètre.

Le grand piston s'est abaissé de $\left(\frac{1}{n}\right)$ mètre.

Leur différence de niveau a donc diminué de $\left(1 + \frac{1}{n}\right)$ mètre, et la pression a diminué de $\left(\frac{1 + \frac{1}{n}}{10}\right)$ kilogr.

La quatrième partie, la seule dont on puisse disposer pour maintenir constante l'action totale, a donc dû varier de manière à compenser les modifications des deuxième et troisième parties, qui ont diminué ensemble de :

$$\left(\frac{1 + \frac{1}{n}}{10}\right) \text{ kilogr.} - \left(\frac{\frac{1}{n}}{10}\right) \text{ kilogr.} = \left(\frac{1}{10}\right) \text{ kilogr.}$$

Partie variable du contrepoids.

Si la surface du grand piston compensateur est Sn centimètres carrés, la partie variable du contrepoids doit augmenter de $\left(\frac{Sn}{10}\right)$ kilogr. pour chaque mètre parcouru par la cabine.

Et si la course du piston compensateur est $\left(\frac{h}{n}\right)$ mètres, (h mètres étant la course de la cabine) la variation totale du contrepoids, pour une montée complète, sera $V = \left(\frac{Sn}{10}\right) \text{ kilogr.} \times h = \left(\frac{Shn}{10}\right)$ kilogr., égale à n fois le poids d'eau déplacé.

Si la partie variable du contrepoids est constituée par une chaîne passant sur des rouleaux, un brin s'allongera pour une course complète, de $\left(\frac{h}{n}\right)$ mètres, tandis que l'autre se raccourcira de la même quantité.

Cette partie variable devant peser $\left(\frac{Shn}{10}\right)$ kilogr. et étant représentée par une longueur de chaîne $\left(\frac{2h}{n}\right)$ mètres, chaque mètre de la chaîne devra peser: $\frac{\frac{Shn}{10}}{\frac{2h}{n}} = \frac{sn^2}{20}$ kilogr.

Partie fixe du contrepoids.

Supposons la cabine arrivée à son point terminus supérieur et mise en descente; l'action motrice doit vaincre les diverses résistances au mouvement.

Nous admettrons, pour simplifier les formules, que les deux pistons atteignent à ce moment le même niveau.

L'action motrice, sur la surface S, est égale au poids de la cabine et de sa tige, soit $(c + hp)$ kilogr., si p kilogr. est le poids par mètre courant de la tige.

Les diverses résistances, rapportées à la surface Sn, sont :

1° Les frottements de la cabine et des deux pistons contre leurs guidages ainsi que le frottement de l'eau contre ses conduites, *à la vitesse adoptée,* soit R kilogr. ;

2° Le poids de l'eau motrice, soit $\left(\frac{Sh}{10}\right)$ kilogr. ;

3° La partie variable du contrepoids (chaînes, volume d'eau ou pression), soit $\left(\frac{Shn}{10}\right)$ kilogr. ;

4° La partie fixe du contrepoids, Q kilogr., constituée par le piston compensateur, sa tige et un poids additionnel en fonte (cuve ou rondelles).

L'équation du mouvement de descente est :

$$(c + hp)\, n = \text{R kilogr.} + \frac{Sh}{10} \text{ kilog.} + \frac{Shn}{10} \text{ kilogr.} + \text{Q kilogr.}$$

Dans cette équation, Q seul est inconnu.

$$Q \text{ kilogr.} = (c + hp)n - \frac{Shn}{10} - \left(\frac{Sh}{10} + R\right),$$

ou :

$$Q \text{ kilogr.} = n\left[c + h\left(p - \frac{S}{10}\right)\right] - \left(\frac{Sh}{10} + R\right).$$

Le facteur $c + h\left(p - \frac{S}{10}\right)$ est le poids mort *apparent* quand la cabine est au rez-de chaussée.

Nous avons vu, d'autre part, que les variations du contrepoids et du poids mort *apparent* se compensent exactement ; il en résulte qu'en tout point, le poids mort est équilibré, sauf la portion $\left(R + \frac{Sh}{10}\right)\frac{1}{n}$.

Pression par centimètre carrè de l'eau motrice.

L'eau motrice doit avoir une pression telle que, à la montée, elle puisse élever à la vitesse voulue la charge utile P, la partie du poids mort $\left(R + \frac{Sh}{10}\right)\frac{1}{n}$ non équilibrée, et vaincre les résistances passives à la montée. Ces résistances sont, à peu de chose près, égales à R kilogr. et la pression π est donnée par l'équation :

$$\pi Sn = Pn + R + \left(R + \frac{Sh}{10}\right)$$

ou :

$$\pi = \frac{Pn + 2R + \frac{Sh}{10}}{Sn}.$$

Pour faire mieux comprendre l'emploi de ces formules, nous allons les appliquer à des nombres se rapprochant de ceux de la pratique.

Nous allons calculer les valeurs de V, Q et π pour un ascenseur comportant :

Une cabine pesant $c = 250$ kilogr., pouvant soulever trois personnes, d'un poids total $P = 3 \times 75$ kilogr. $= 225$ kilogr., à une hauteur $h = 20$ mètres.

Le piston doit avoir une section $S = 150$ centimètres carrés, et peser $hp = 350$ kilogr.

La hauteur disponible en cave est $2^m 50$.

Le rapport des courses doit donc être $n = \frac{20 \text{ mètres}}{2^m 50} = 8.$

On comptera pour les résistances passives $R = 200$ kilogr.

On a :

Partie variable du contrepoids V :

$$V = \frac{shn}{10} = \frac{150 \text{ centimètres carrés} \times 20 \text{ mètres}}{10} \times 8 = 2\,400 \text{ kilogr.}$$

Partie fixe du contrepoids Q :

$$Q \text{ kilogr.} = n\left[c + h\left(p - \frac{S}{10}\right)\right] - \left(\frac{Sh}{10} + R\right).$$

Remplaçons les lettres par leurs valeurs :

$$Q \text{ kilogr.} = 8\left(250 + 350 - \frac{150 \text{ centimètres carrés} \times 20 \text{ mètres}}{10}\right)$$
$$- \left(\frac{150 \text{ centimètres carrés} \times 20 \text{ mètres}}{10} + 200\right) = 1\,900 \text{ kilogr.}$$

Pression par centimètre carré de l'eau motrice π :

$$\pi \text{ kilogr.} = \frac{Pn + 2R + \frac{Sh}{10}}{Sn}$$

En donnant à chacune des lettres sa valeur, on a :

$$\pi = \frac{(225 \text{ kilogr.} \times 8) + (2 \times 200 \text{ kilogr.}) + 300 \text{ kilogr.}}{150 \times 8}$$

$$= 2 \text{ kilogr. } 1 \text{ par centimètre carré.}$$

Si cette pression permet un débit de 6 litres d'eau par seconde, la montée complète durera : $t'' = \frac{300 \text{ litres}}{6 \text{ litres}} = 50''$, et la vitesse d'ascension sera de $V = \frac{20 \text{ mètres}}{50''} = 0^m 40$ par seconde.

Exemples d'appareils d'équilibrage.

Nous allons donner maintenant quelques exemples de dispositifs actuellement en usage pour assurer l'équilibrage :

1° On peut constituer le compensateur d'un cylindre en deux parties A et B, la partie supérieure A étant en communication avec l'eau motrice, la partie inférieure B avec le cylindre de l'ascenseur (fig. 7). Les deux extrémités du piston Q pénètrent dans ces cylindres par des

presse-étoupes étanches et ce piston porte en son milieu un plateau chargé de poids P. Le plateau est relié par articulations aux tiges de pistons de deux petites presses hydrauliques C, C, pouvant osciller autour des axes *t*, *t*, et mis par ces axes creux en communication constante avec un petit accumulateur hydraulique D.

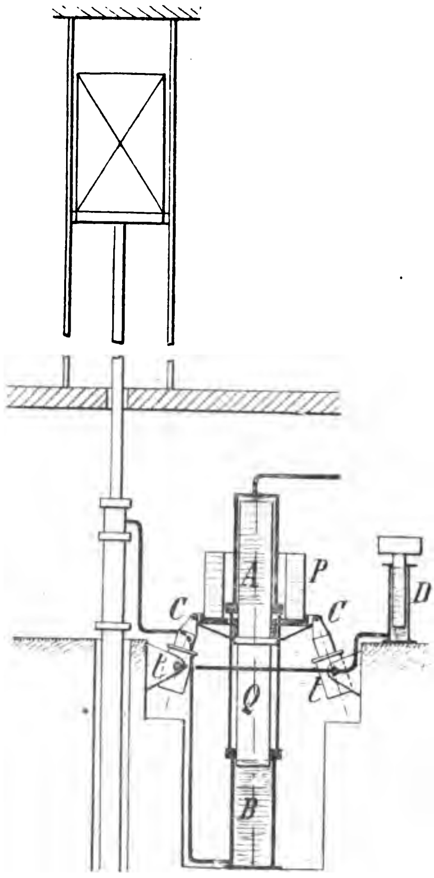


Fig. 7. — Ascenseur Tomasi avec compensateur à cylindres oscillants, système Heurtebise.

Quand l'ascenseur et, par suite, le piston Q sont à mi-course, les presses oscillantes sont horizontales ; mais à mesure que le piston monte ou descend, les presses s'inclinent en haut ou en bas, en communiquant au plateau chargé des poids P une pression supplémentaire qui augmente à mesure que l'inclinaison diminue. Cette pression est produite par le petit accumulateur hydraulique D.

Ce système est ingénieux, mais il présente plusieurs inconvénients ; le plus grave, c'est que l'équilibrage est imparfaitement obtenu, parce que, tandis que la modification de poids du piston et de l'ascenseur est toujours la même, par unité de chemin parcouru, la composante verticale des presses oscillantes est variable.

Le système comprend des organes encombrants et compliqués et, de

plus, cette obligation de faire circuler de l'eau dans des tourillons est une cause de fuites.

On peut y remédier en introduisant l'eau dans les presses oscillantes par des tubes métalliques souples.

2° On peut équilibrer le poids mort variable par deux grosses chaînes tendues par des masses de fonte. La variation de poids du piston de l'ascenseur est ainsi compensée exactement par le déroulement de ces grosses chaînes, dans un sens ou dans l'autre, suivant la marche de la cabine. Mais le système présente le sérieux inconvénient d'exiger un emplacement considérable et des fouilles maçonnées très profondes.

3° On peut encore, dans le but de diminuer cet inconvénient, charger la tige du piston du compensateur de rondelles pesantes P (fig. 8) qui équilibrent le poids de la cabine et de sa tige. Le poids mort variable dû au déplacement de cette tige est compensé alors par le mouvement d'une double chaîne sans fin C C munie de masses prismatiques et fixées à la tige du piston du compensateur. Ces masses se développant, en effet, sur les poulies supérieures fixes A, A′, augmentent ou diminuent le poids du piston du compensateur quand il descend ou quand il monte, de sorte que le poids total est égal à celui de la cabine et de sa tige dans toutes leurs positions.

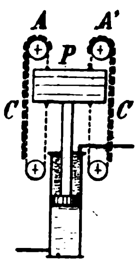


FIG. 8.

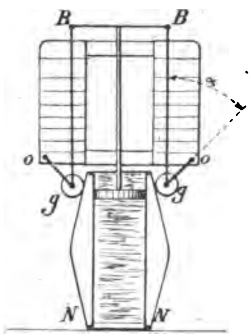


FIG. 9.

4° Une autre combinaison, due à M. Samain, consiste, comme le montre la figure 9, à relier le poids du compensateur au piston par un système articulé, composé d'une bielle *go* et d'une traverse BB solidaire de la tige du piston, l'axe B étant fixé à la traverse, l'axe O au contrepoids. L'axe d'articulation *g* est muni d'un galet.

Le système est double : il y en a deux disposés symétriquement de part et d'autre du cylindre. Les deux axes B sont reliés par la traverse, les deux axes O par la matière du contrepoids. Il n'y a pas

d'écartement possible, et, par conséquent, les points B et O sont assujettis à se mouvoir chacun sur sa verticale.

Mais grâce à l'articulation g, selon que l'angle α de la bielle et de la biellette se ferme plus ou moins, il peut y avoir déplacement relatif dans le sens vertical du contrepoids par rapport au piston. On pourra donc en agissant sur l'angle α pour un chemin donné parcouru par le piston, fixer arbitrairement (dans de certaines limites) le travail du contrepoids et, par suite, équilibrer le poids mort variable.

Le galet g repose et se trouve appuyé énergiquement sur une nervure directrice NN dont est garnie la paroi du cylindre; le profil de cette nervure est calculé de manière à déterminer dans le mouvement de montée ou de descente du système, la fermeture ou l'ouverture de l'angle α et, par suite, un déplacement relatif, dans le sens vertical du contrepoids par rapport au piston.

L'appareil peut varier dans ses dispositions, le principe restant toujours le même. Ainsi, dans le cas représenté (fig. 10), l'axe supérieur

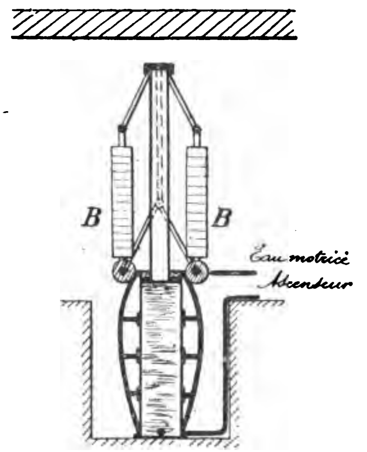


FIG. 10.

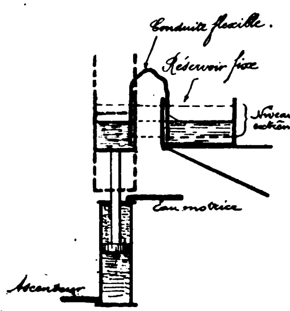


FIG. 11.

des biellettes est fixé à la tige du piston. La courbe des nervures directrices n'est plus symétrique par rapport à l'horizontale de demi-course en raison de la nécessité dans laquelle on se trouve de ne pas équilibrer la totalité du poids mort. Il faut, en effet, que l'ascenseur puisse redescendre à vide à une certaine vitesse.

5° Le système d'équilibrage à cylindres oscillants décrit plus haut, a été modifié par M. Viennot en substituant aux cylindres de puissants ressorts à lames, mais on a objecté à ce système que la compression et l'extension incessantes des ressorts pouvaient avoir l'inconvénient de modifier à la longue leur état moléculaire, et de les rendre inertes.

6° La figure 11 donne le principe d'un dispositif employé par M. Heurtebise pour l'équilibrage exact des ascenseurs hydrauliques :

La partie variable du contrepoids est constituée par un volume d'eau qui augmente à mesure que l'ascenseur s'élève, et diminue régulièrement quand la cabine descend.

A cet effet, la tige du grand piston supporte une cuve mise en relation par un tuyau flexible avec un réservoir fixe.

En vertu du principe des vases communicants, l'eau se maintient toujours au même niveau dans le réservoir et dans la cuve, l'eau passant de l'un à l'autre quand la cuve se déplace, pendant les mouvements de la cabine.

Il est facile d'établir les sections que doivent avoir les deux récipients, étant donnée la condition qu'il doit passer de l'un à l'autre un volume d'eau déterminé pour un déplacement relatif connu.

Équilibrage du poids mort dans les ascenseurs à traction par câbles.

Si le moteur ne travaille que pendant la montée, la descente étant due au poids propre de la cabine, on se trouve exactement dans le cas étudié plus haut des ascenseurs hydrauliques. L'équilibrage se fait de la même façon.

Mais, dans les ascenseurs à treuil, on a intérêt à faire fonctionner le moteur électrique qui les commande, généralement au même régime, à la montée et à la descente.

On peut alors employer un moteur de puissance plus faible, fonctionnant dans des conditions économiques; de plus, l'impossibilité d'entraîner l'électromoteur par la cabine elle-même constitue une mesure de sécurité. On emploie comme moyen de transmission une vis sans fin. La vis sans fin a un mauvais rendement, mais elle est peu encombrante; n'étant pas réversible, elle supprime l'emploi des freins à sabots ou à bande et elle permet de réduire facilement la vitesse dans un rapport suffisant pour la conduite du tambour sur le-

quel s'enroulent, dans un sens, le câble qui soutient la cabine, dans l'autre sens, le câble qui soutient le contrepoids (fig. 12).

Dans ce cas, le contrepoids est plus lourd que dans les ascenseurs hydrauliques : il équilibre la totalité du poids mort et la moitié de la charge considérée comme normale; mais il est inutile de faire inter-

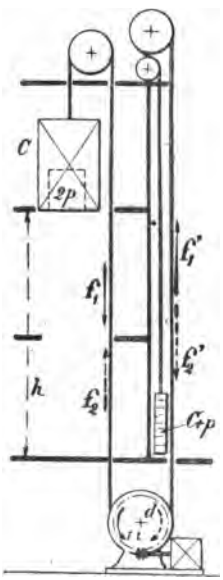


Fig. 12.

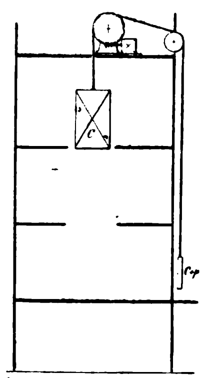


Fig. 13.



Fig. 14.

venir le poids variable du câble, cet élément ne jouant pas un rôle important dans le calcul.

Si la cabine, d'un poids C, doit élever ordinairement un poids $2p$, le contrepoids pèsera $(C + p)$ kilogr.

Quand la cabine s'élève, le tambour tourne dans le sens de la flèche en trait plein; l'effort à faire à sa circonférence (frottements non

compris) est $f_1 - f_1' = (C + 2p) - (C + p) = p$ kilogr., poids égal à la moitié de la charge élevée.

Lors de la descente à vide, le tambour tourne dans le sens de la flèche en trait interrompu, et l'effort sur sa circonférence (frottements non compris) devient $f_2' - f_2 = (C + p) - C = p$ kilogr.

Quand la cabine s'élève avec une demi-charge, les efforts f_1, et f'_1 sont égaux entre eux, et le moteur n'a à vaincre que les résistances passives (frottements).

Si le contrepoids n'avait équilibré que le poids mort, il eut fallu un moteur d'une puissance double.

On est parfois amené, par le manque d'emplacement, à modifier un peu la disposition figurée sur le schéma 12.

Dans quelques installations le treuil est placé dans les combles, et on n'a alors sur toute la hauteur de l'immeuble que deux brins de corde à loger (fig. 13).

Si le treuil ne peut être installé que dans la cave, et si on ne peut réserver, en dehors de la cage de l'ascenseur, un emplacement pour les deux brins de la corde qui soutient le contrepoids, il faut laisser tomber celui-ci dans un puits; mais afin d'éviter le forage d'un puits d'une profondeur égale à la hauteur de l'immeuble, on réduit dans un certain rapport la course du contrepoids, qu'on augmente lui-même dans un rapport inverse.

Dans ce cas, le contrepoids est suspendu à une chaîne calibrée qui passe sur une roue dentée calée sur un prolongement de l'arbre du tambour (fig. 14).

Ce mode de suspension par chaîne et roue dentée est nécessité par l'obligation de faire descendre le contrepoids suivant une verticale, de manière à avoir un puits de section minimum.

Si le rapport des diamètres du tambour et de la roue (diamètre moyen) est 4, par exemple, le contrepoids pèsera $4\,(C + p)$; sa course sera $\frac{H}{4}$, H étant la course de la cabine. Si le contrepoids a une hauteur h et si sa partie supérieure atteint le niveau du sol dans sa position extrême (cabine au rez-de-chaussée), le puits devra avoir une profondeur $\frac{H}{4} + h$.

Guidages.

La cabine de l'ascenseur, dont le bâti est en fer forgé, doit être guidée dans son mouvement ascendant ou descendant par des tiges en cuivre ou en acier au nombre de 2, 3 ou 4, régnant sur toute la longueur de la course.

Le plus généralement ces tiges sont au nombre de 2 et de forme cylindrique, de 5 à 6 centimètres de diamètre. En deux points de la cabine, de chaque côté de celle-ci, des demi-colliers embrassent la tige à frottement doux, ainsi que le montre la figure 15 qui donne une vue en élévation et en plan.

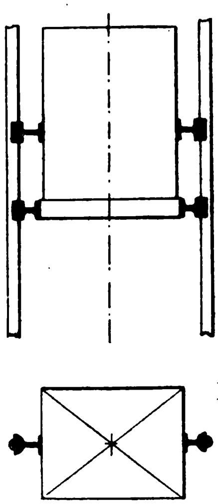


Fig. 15.

Serrures de sûreté et condamnations de la manœuvre.

Il importe pour la sécurité du public que les portes donnant accès de l'escalier à la cabine de l'ascenseur ne puissent s'ouvrir qu'au moment même où la cabine est arrêtée à l'étage.

Ce résultat s'obtient en munissant les serrures de ces portes d'un mécanisme d'enclenchement qui n'est libéré que par la cabine elle-même quand elle est parvenue au niveau de l'étage. Enfin, il peut arriver qu'une personne, après s'être servie de l'ascenseur, néglige de fermer la porte palière. Il importe que, dans ce cas, il ne puisse renvoyer l'ascenseur, ou qu'une autre personne ne puisse rappeler la cabine, cette porte restée ouverte créant un danger. Des organes mécaniques ou électriques, suivant le cas, et désignés sous le nom de *condamnations de la manœuvre* ont justement pour effet de rendre impossible la mise en mouvement de l'ascenseur si toutes les portes palières n'ont pas été fermées.

Une disposition qui paraît satisfaire suffisamment aux deux conditions susénoncées et qui a le mérite d'être d'une grande simplicité,

consiste à munir la porte palière A, pivotant sur charnière C, d'un puissant ressort *r* (fig. 16) qui la ferme dès qu'elle a été lâchée.

Cette porte est armée à son autre extrémité d'une languette *a* qui est enclenchée par le verrou à bascule V tant que la cabine n'est pas

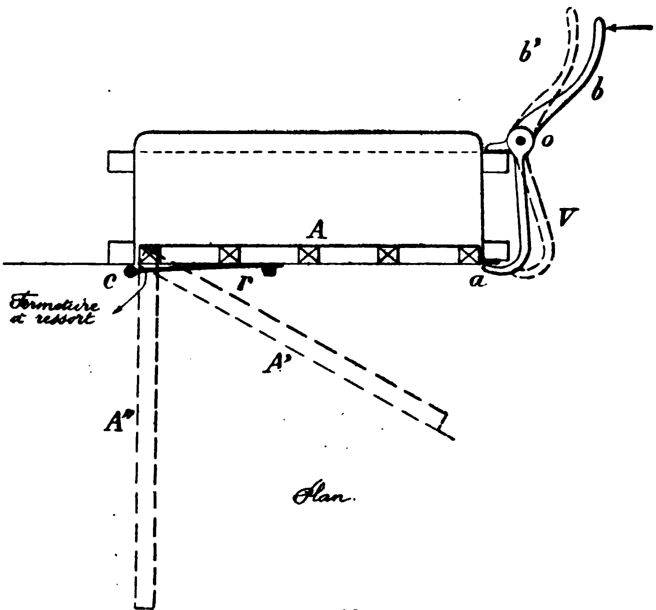


FIG. 16.

arrivée à l'étage. C'est, en effet, cette cabine qui agit par un taquet sur la branche de levier *b* pour l'amener en *b'*; quand la cabine monte ou descend, le levier *b'* est ramené en *b* par l'action d'un ressort et enclenche la porte A, qui s'est refermée d'elle-même après que le voyageur est entré dans cette cabine ou en est sorti.

Indicateur de marche.

Il est commode d'être renseigné à un étage quelconque sur la position où se trouve l'ascenseur, et de suivre son mouvement s'il est en marche. C'est là le but de l'indicateur de marche, qui consiste en

une petite aiguille indicatrice se déplaçant verticalement en même temps que la cabine, sur une planchette graduée de 1 mètre environ de hauteur.

Cette aiguille est mise en marche par une transmission à corde.

Organes de sécurité contre les irruptions d'air.

Quand, pour une raison quelconque, on vient à vider une canalisation et qu'on y réintroduit ensuite l'eau en charge, l'air qui remplissait les conduites vides est comprimé et on le fait sortir par des robinets placés généralement aux extrémités de ces conduites et aux points hauts de ces tuyaux. Si, dans cette canalisation, se trouve une prise pour ascenseur, l'air refoulé pénètrera dans le cylindre de cet appareil et occasionnera des troubles profonds dans son fonctionnement. Il pourra même se produire des coups de bélier susceptibles de briser toutes les conduites et même le cylindre de l'ascenseur, et d'amener des accidents de personnes.

Il était donc nécessaire de munir l'ascenseur d'un organe permettant d'opérer automatiquement la séparation de l'air et de l'eau et d'empêcher l'introduction de l'air.

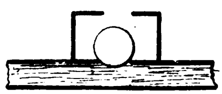


FIG. 17.

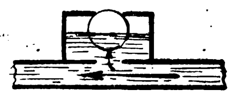


FIG. 17 *bis*.

Le plus simple de ces appareils consiste à placer sur la conduite d'introduction de l'eau dans l'ascenseur une boîte munie, à sa partie haute, d'un orifice fermé par une boule légère en caoutchouc (fig. 17 et 17 *bis*). Tant que la conduite ne donne passage qu'à de l'eau sous pression, cette boule reste appliquée fortement contre l'orifice (fig. 17 *bis*); si, au contraire, il passe de l'air, la boule retombera dans la boîte (fig. 17), laissera l'air s'échapper, et quand l'eau réapparaîtra, elle sera de nouveau soulevée contre son orifice.

Ce moyen est simple, mais présente un inconvénient: s'il passe dans la conduite un mélange d'air et d'eau, ce qui est le cas le plus fréquent, la boule restera toujours soulevée et l'air s'introduira dans le cylindre de l'ascenseur.

Un autre système consiste à introduire l'eau de ville, non plus dans l'ascenseur directement, mais dans un réservoir étanche C

(fig. 18), d'une capacité légèrement supérieure à celle engendrée par le piston P de l'ascenseur. Cette eau passe du réservoir dans le cylindre D de l'ascenseur (ou dans le compensateur) par un tube plongeant jusqu'à la partie inférieure de ce réservoir.

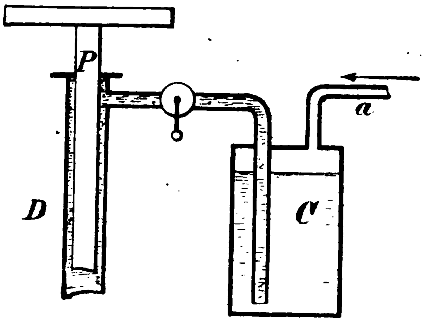


FIG. 18.

S'il arrive par la conduite a un mélange d'eau et d'air, ce dernier, plus léger, restera à la partie supérieure du réservoir, et, comme ce réservoir a un volume supérieur à celui de l'ascenseur, l'air ne pourra jamais y pénétrer, en supposant même que la conduite ne fournisse que de l'air.

Sur le trajet du tuyau allant du réservoir d'air à l'ascenseur se trouve la valve de sécurité, qui a pour but de fermer plus ou moins complètement l'orifice d'échappement de l'eau, quand la vitesse de cette eau augmente, et, par suite, de diminuer la vitesse de la cabine due à une augmentation de pression de l'eau motrice dans un sens ou dans l'autre.

Organes de sécurité contre la chute de la cabine.

Dans tout ascenseur, quel que soit son système, l'accident le plus redouté, c'est la chute de la cabine. Cet accident est surtout à craindre pour les ascenseurs dont la cabine est suspendue à une chaîne ou à un câble.

Nous avons déjà signalé comment, dans l'ascenseur hydraulique à puits, on pouvait prévenir le soulèvement brusque de la cabine de bas en haut, par suite de l'introduction de l'air provenant des conduites de ville, accident heureusement fort rare, mais qui s'est déjà produit. Reste donc à examiner comment on peut arrêter le mouvement descendant de la cabine dans le cas où elle cesserait d'être soutenue. C'est le but des organes appelés *parachutes*.

Il existe une très grande variété de systèmes de ce genre, qui, malgré leur ingéniosité, ne peuvent être considérés comme étant d'une

efficacité absolue par la raison que, ne fonctionnant pas d'une manière continue, ils ne sont pas toujours maintenus en bon état.

D'une manière générale, il convient donc de donner la préférence à des appareils peu compliqués et dont l'action, en principe, ne dépend pas de pièces susceptibles de s'affaiblir à la longue; si donc on se trouve amené à faire usage de pièces de ce genre, il faut ne leur demander qu'une action limitée et tenir compte du fait que nous venons de signaler.

Voici la description de quelques-uns de ces parachutes qui sont en usage.

Le premier, représenté figure 19, dans ses deux positions, consiste en deux griffes FF suspendues à des tringles articulées sur un bloc A

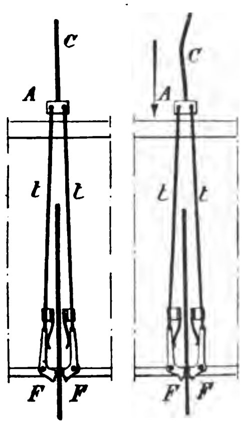


Fig. 19.
Frein de sûreté à griffes
système Samain.

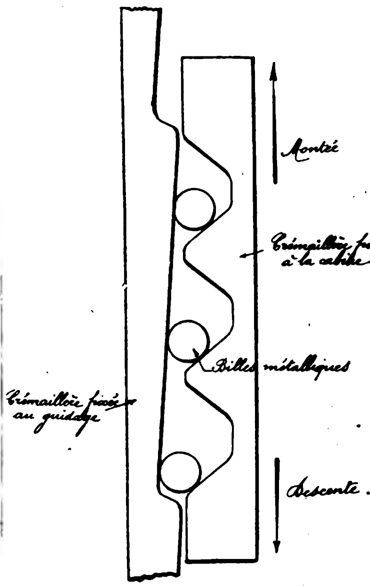


Fig. 20.
Parachute à billes
système Édoux.

auquel est attaché le câble de suspension C de la cabine; des ressorts tendent à les écarter et, par conséquent, à les appliquer contre les guidages, mais sans exercer sur ces guidages une force susceptible de les déformer. Ces ressorts n'ont pas besoin d'avoir une force déter-

minée, et leur seul but est de produire une tendance à l'écartement.

Tant que la corde C de suspension de la cabine est tendue, la traction qu'elle exerce sur les tiges articulées *tt* des griffes FF force ces tiges à comprimer les ressorts et, par suite, maintient les griffes écartées des guidages. Quand l'effort de traction cesse, par suite de la rupture de la corde de suspension ou pour toute autre cause, les ressorts poussent les griffes contre les guidages et celles-ci, en coinçant, produisent un serrage assez énergique pour arrêter tout mouvement.

Un autre système, désigné sous le nom de parachute à billes, est constitué par une tige métallique taillée en forme de crémaillère, d'un profil convenablement étudié (fig. 20), placée sur le côté du véhicule à protéger. Cette tige sert, dans la plupart des cas, en même temps de guidage, c'est-à-dire qu'elle remplace un des guidages; elle est fixe. En contact avec cette crémaillère, mais disposée en sens inverse, se trouve une autre crémaillère, d'environ $0^{m}30$ de hauteur, solidement rivée à la cabine.

Cette dernière crémaillère comprend un certain nombre de dents, le plus généralement trois, et dans chacune d'elles, on place une bille en acier.

Tant que la cabine n'est sollicitée dans son mouvement que par les actions mécaniques normales, elle parcourt son chemin sans difficulté tant à la descente qu'à la montée; mais dès qu'une accélération de vitesse vient à se produire, la cabine doit se trouver arrêtée par suite de l'interposition d'une des billes entre une des dents de la crémaillère fixe et celle correspondante de la crémaillère mobile. Cette interposition résulte des vitesses différentes que prennent, sous l'influence de la pesanteur seule, la bille d'une part, le véhicule de l'autre.

Ainsi, ce parachute est construit de façon à fonctionner sous l'action d'une accélération quelconque de vitesse et d'une manière continue, puisque toutes les pièces sont en mouvement. Il ne comporte ni levier, ni ressort, ni organes mécaniques proprement dits, et peut être vérifié à tout instant. Il a reçu de nombreuses applications.

Signalons enfin un frein de sûreté combiné de façon à fonctionner :

1° En cas de mauvaise attache du câble, d'allongement ou d'usure;

2° Dans le cas d'une rupture complète.

Dans ce système, la cabine est supportée, non plus par un câble unique, mais par quatre câbles qui passent au sommet de la cabine sur des poulies et des tringles qui les renvoient par groupes de deux

sur les côtés latéraux de cette cabine. Ils y sont fixés à des tiges *tt'* (fig. 21) traversant le bâti B de la cabine et venant se boulonner sur un sabot en fonte S qui doit rester parfaitement horizontal, tant que

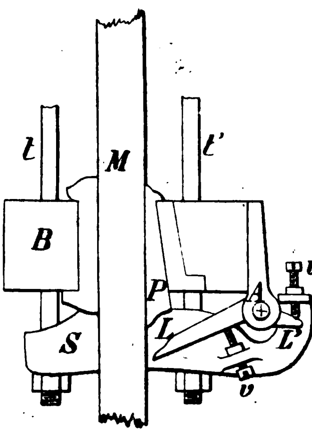


FIG. 21.

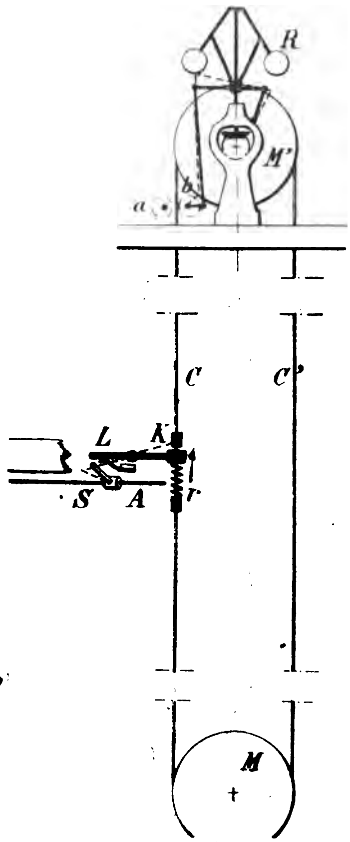


FIG. 22.

Frein de sûreté système Otis.

la tension des deux tiges *t* et *t'* est la même ; quand il y a une différence de tension, ce sabot s'incline d'un côté ou de l'autre, et alors l'une des deux vis *v* ou *v'* qu'il porte, appuie sur l'un ou l'autre des deux bras de levier L ou L' mobile autour de l'axe A. Dans les deux

hypothèses, le bras L vient pousser le coin P entre le bâti B de la cabine et le guidage M ; ce coin cale donc la cabine et l'arrête.

Le calage s'opère des deux côtés, car l'axe A situé au-dessous du bâti de la cabine porte à son autre extrémité deux bras de levier symétriques des bras L et L′ et correspondant aux tiges de deux autres câbles de suspension.

Quand la cabine remonte, le coin P, par sa forme même, descend et ne peut empêcher le mouvement de cette cabine.

Il s'agit maintenant de faire agir les leviers L quand la cabine, par suite de la rupture des câbles ou pour toute autre cause, prend à la descente une vitesse excessive. Il faut, pour cela, faire tourner l'axe A de gauche à droite.

A cet effet, on dispose, parallèlement au guidage de la cabine, un câble sans fin CC′ (fig. 22) tournant sur deux poulies M et M′ situées l'une en bas, l'autre au sommet de l'appareil. Cette dernière, M′, actionne par roues dentées, un régulateur centrifuge R, agissant par leviers articulés sur une des deux cames à griffes *a* et *b*, entre lesquelles passe le brin C du câble sans fin. Par conséquent, quand la roue M′ tourne à une certaine vitesse, le régulateur produit le serrage du câble C entre les cames *a* et *b* et ralentit la vitesse de ce câble.

Enfin, le câble C passe dans l'anneau qui termine la branche d'un levier LK fixé au bâti de la cabine, et dans un ressort à boudin *r* placé sous cet anneau. Sous la branche L du levier se trouve le taquet S qui, étant poussé de haut en bas par le basculement dudit levier, fait tourner l'axe A sur lequel sont montés les leviers de serrage L, L des coins P dont il a été question plus haut et qui sont représentés sur la figure 21.

Cela étant, tant que la vitesse de la cabine à la descente est normale, celle du câble CC′ est insuffisante pour faire écarter les boules du régulateur centrifuge R au delà de la limite correspondant au libre passage de ce câble entre les cames *a* et *b*. Mais dès que la vitesse devient trop grande, le régulateur agit pour produire le serrage des cames *a* et *b*, la vitesse du câble est ainsi diminuée par rapport à celle de la cabine, le levier K comprime donc le ressort *r* ; ce dernier réagit aussitôt et fait basculer la branche L ; d'où s'ensuit la rotation de l'axe A et le serrage des coins P de la figure 21.

CHAPITRE II

ASCENSEURS HYDRAULIQUES

Ascenseurs avec puits.

Ce système d'ascenseurs consiste à introduire dans un puits (fig. 23), d'une profondeur égale à la course que doit avoir la cabine, un cylindre de presse hydraulique.

L'introduction de l'eau sous pression dans le cylindre aura pour effet de faire monter le piston *p* et, par suite, la cabine C. Quand on arrêtera l'arrivée de l'eau motrice, le piston et la cabine resteront dans la situation où ils se trouvaient à ce moment. Enfin, en offrant une sortie à l'eau contenue dans le cylindre, celle-ci, pressée par le poids du piston et de la cabine, s'échappera avec une vitesse proportionnée à la dimension de l'orifice d'évacuation et permettra ainsi au piston et à la cabine de redescendre.

Il faut donc interposer entre la prise d'eau faite sur la conduite sous pression et le cylindre de l'ascenseur un robinet distributeur D qui permette d'introduire l'eau motrice, d'arrêter cette introduction, d'évacuer l'eau contenue dans le cylindre, et enfin d'arrêter cette évacuation.

Il faut, de plus, combiner un système de commande qui permette de manœuvrer le robinet distributeur, non seulement des divers étages où doit s'arrêter la cabine, mais de l'intérieur même de cette cabine, et de munir cette dernière d'un mécanisme qui agisse automatiquement sur le distributeur pour arrêter le mouvement du piston quand la cabine est arrivée aux fins de course, et au besoin quand elle a atteint un étage déterminé.

Nous étudierons plus loin comment on peut arriver aux résultats que nous venons d'indiquer ; pour le moment, nous nous occupons exclusivement du mouvement du piston dans son cylindre.

Le système représenté figure 23 a le mérite de la simplicité, il fonctionne donc généralement bien, mais il présente le gros inconvénient de consommer une grande quantité d'eau. Il n'est donc acceptable

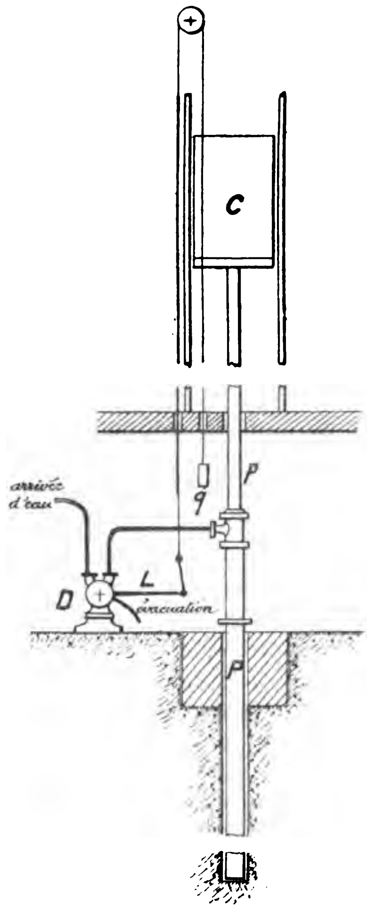


FIG. 23.

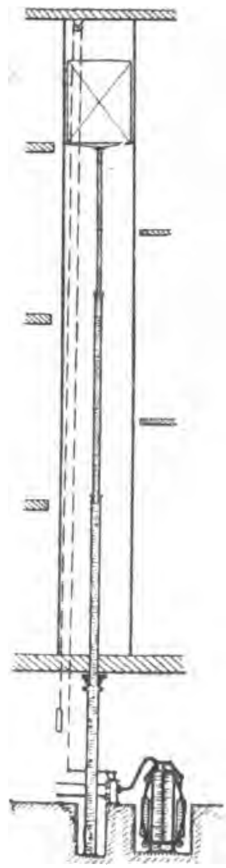


FIG. 24.

que si le tarif de vente de l'eau motrice est peu élevé, si la hauteur à desservir est faible et, enfin, si la charge à monter n'est pas trop considérable, car dans ces conditions le volume d'eau dépensé à chaque manœuvre n'est pas exagéré.

Mais dans la plupart des cas, et à Paris notamment, aucune de ces trois conditions n'est satisfaite; on a été ainsi amené à alléger la charge à élever en équilibrant le poids de la cabine et du piston, à l'aide des différents systèmes que nous avons examinés précédemment.

Ascenseurs hydrauliques sans puits.

Le forage d'un puits d'une profondeur un peu plus grande que la course de la cabine peut donner lieu, dans certains cas, à de grandes difficultés, et peut même être impossible. On a été ainsi amené à créer des ascenseurs sans puits.

Si on veut conserver les avantages de la poussée inférieure de la cabine et du compensateur hydraulique, il faut alors avoir recours au système Samain à tige développable.

La tige qui supporte la cabine est sectionnée en plusieurs éléments pouvant s'emboîter et se développer à la façon des tubes d'une longue-vue (fig. 24). La profondeur du puits est ainsi ramenée à la longueur d'un des éléments qui constituent la tige.

On forme la tige de deux, trois ou quatre éléments, suivant la course de la cabine. Celle-ci est supportée directement par l'eau et non par la tige; le poids mort est équilibré par le compensateur à courbes régulatrices décrit plus haut.

Si on ne peut ou si on ne veut pas recourir aux tubes télescopiques, il faut suspendre la cabine à un ou plusieurs câbles auxquels on donne le mouvement au moyen d'un moteur hydraulique placé dans la cave.

La figure 25 représente la vue d'un ascenseur avec presse hydraulique placée verticalement.

Le câble auquel est suspendue la cabine passe sur une poulie placée à la partie supérieure de l'immeuble, puis redescend en cave, s'enroule sur un tambour de treuil qui reçoit son mouvement d'une presse hydraulique par l'intermédiaire d'un système différentiel à chaîne, de sorte que, à une montée totale du piston de la presse hydraulique correspond l'enroulement, sur le treuil, de la longueur totale du câble de suspension de la cabine.

Ce système est fort simple, mais il exige l'équilibrage de la charge dans les conditions indiquées précédemment pour les ascenseurs à traction par câble.

Il convient d'ajouter que, par mesure de sécurité, il est indispen-

sable d'avoir recours aux différents systèmes de parachutes que nous avons examinés.

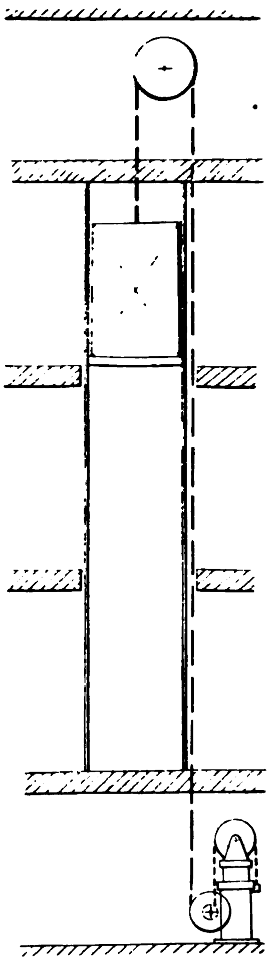


Fig. 25.

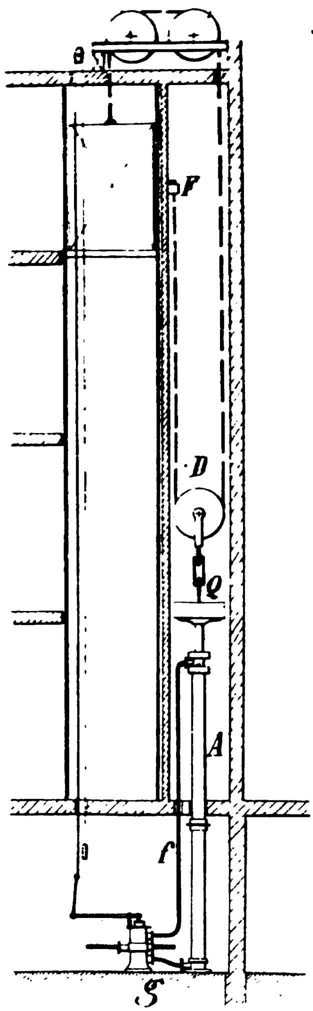


Fig. 26.

La figure 26 donne la vue d'un autre système d'ascenseur sans puits, avec commande hydraulique et équilibrage du poids mort.

Le mécanisme moteur se compose d'un cylindre A un peu plus

long que la moitié de la course de la cabine, et dont le piston porte à sa partie supérieure des blocs de fonte Q et une poulie D. Les câbles qui supportent la cabine passent sur les poulies fixes, s'enroulent sur la poulie mobile D et viennent s'attacher en un point fixe F.

C'est le mouvement du piston dans le cylindre qui provoque la montée ou la descente de la cabine. Ce mouvement est produit par l'action de l'eau sous pression qui vient agir sur la face supérieure ou sur la face inférieure du piston par les tuyaux *f* ou *g*. Quand la partie supérieure du cylindre reçoit l'eau motrice, la partie inférieure est en communication avec l'évacuation, et inversement.

On a ainsi un système à double effet, c'est-à-dire que l'eau travaille à la montée comme à la descente, alors que, dans le type d'ascenseur décrit précédemment, le travail n'avait lieu qu'à la montée.

La descente s'opère par l'excédent de poids de la cabine sur celui du piston.

Le poids de la cabine est exactement équilibré par celui du piston, de la tige et des blocs de fonte Q ; quant au poids variable des câbles pendant le mouvement, il est compensé par l'immersion ou l'émergence de la tige du piston.

Mais il reste le deuxième inconvénient inhérent à la suspension par câble, auquel il faut parer par l'adoption d'un frein.

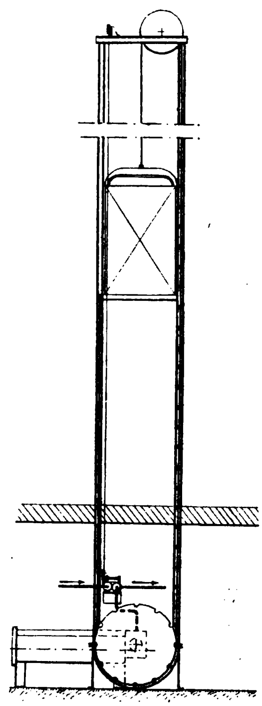


FIG. 27.

Dans le système suivant (fig. 27), MM. Roux et Combaluzier se sont préoccupés surtout d'assurer la sécurité par un mode spécial de suspension de la cabine.

Le moteur hydraulique, horizontal, commande une grande roue à encoches d'un diamètre égal à la largeur de la cage où circule la cabine. Cette dernière est suspendue à un câble qui passe sur une poulie supérieure et se prolonge par un piston articulé engrenant avec la roue à encoches et venant s'attacher ensuite à la partie inférieure de la cabine.

On voit que, si le câble vient à casser, la cabine est arrêtée dans sa chute par le piston, dont les éléments travaillent à la compression, ou coincent contre la colonne-guide au cas où le piston se déformerait.

C'est donc un parachute automatique de sécurité. Le calage de la grande roue sur son axe doit être assez solide pour résister aux efforts à prévoir dans le cas de rupture de la corde.

Mais si ce système offre incontestablement une grande sécurité, il conserve l'inconvénient de nécessiter une grande dépense d'eau, puisque l'on emploie un moteur hydraulique de faible rendement et que le poids mort n'est pas équilibré.

D'une manière générale, les ascenseurs à manœuvre hydraulique, sans puits, ne sont guère employés que comme monte-charges.

Distributeurs.

Nous avons vu que le mouvement de montée, d'arrêt ou de descente de la cabine était provoqué par le jeu d'un distributeur, qui consiste en un robinet à trois voies, établissant les communications convenables avec la conduite d'amenée d'eau motrice, le cylindre de l'ascenseur et la conduite d'évacuation.

Le mode de construction de ce robinet n'est pas indifférent pour la bonne marche de l'appareil dont c'est une des parties délicates.

On peut avoir recours à des tiroirs, à des soupapes, à des clapets, etc.; or, comme l'eau de source utilisée à Paris charrie de petits graviers, il convient d'éviter l'emploi de mécanismes à surfaces frottantes dont l'étanchéité peut être détruite par l'introduction entre elles de ces graviers.

Le distributeur est généralement muni d'une valve régulatrice, qui a pour effet de limiter la vitesse de la cabine vide ou chargée, à la montée ou à la descente, par suite, soit d'une variation de la pression de l'eau motrice, soit d'une rupture de la conduite qui amène cette eau. Cette valve, dont le fonctionnement est automatique, consiste en un coffre monté sur le tuyau d'adduction de l'eau motrice et contenant un papillon portant une tige à laquelle on suspend un poids variable de position sur une réglette en fer. Si la pression de l'eau vient à augmenter ou à diminuer ou même devient nulle, le papillon étant entraîné par la vitesse de l'eau s'écoulant dans un sens ou dans l'autre, tend à fermer partiellement ou complètement l'orifice du tuyau d'adduction.

Manœuvre du distributeur.

Le distributeur doit pouvoir être manœuvré par les voyageurs, d'un étage quelconque et de l'intérieur de la cabine, pour la mise en montée, pour l'arrêt et pour la descente. Il doit, de plus, être mis à l'arrêt automatiquement aux fins de course de la cabine et à un étage quelconque lorsque la personne placée dans cette cabine a poussé, avant l'arrivée à cet étage, le bouton qui y correspond.

Le moyen le plus simple d'obtenir ces divers mouvements, consiste à fixer au levier du distributeur, placé en cave, une tringle rigide qui occupe toute la hauteur de la course de la cabine. A l'extrémité supérieure de cette tringle est attachée une corde qui, après avoir passé sur une poulie, redescend en cave en traversant la cabine. Cette corde porte à son extrémité un poids de tension qui fait, en même temps, équilibre à la tringle (voir fig. 23 et 26).

En imprimant à la corde ou à la tringle un mouvement vertical de quelques centimètres, de bas en haut ou de haut en bas, on déplace le levier du distributeur, et l'ascenseur monte, descend ou s'arrête.

La tringle est guidée et supportée en différents points de sa hauteur; elle porte à chaque étage une poignée permettant de faire mouvoir l'ascenseur sans se trouver dans l'intérieur de la cabine.

Ainsi sont remplies les deux premières conditions.

Les arrêts automatiques à fin de course sont obtenus à l'aide de taquets fixes placés sur la cabine extérieurement, et qui viennent butter contre d'autres taquets fixés à la tringle ou à la corde de manœuvre. La cabine, dans son mouvement ascendant ou descendant, entraîne automatiquement cette tringle ou cette corde et ferme ainsi le distributeur.

Pour obtenir les arrêts automatiques aux étages, on place dans l'intérieur de la cabine un jeu de poussoirs, portant chacun le numéro d'un étage. En appuyant sur l'un de ces poussoirs, avant la mise en route, ou même pendant la marche, mais avant l'arrivée à l'étage en question, on fait saillir à l'extérieur de la cabine un taquet qui rencontre, un peu avant d'atteindre l'étage, un butoir fixé à la tringle, ce qui produit le mouvement d'entraînement nécessaire pour la fermeture du distributeur.

La commande du distributeur peut se faire, non plus directement à l'aide d'une corde, mais au moyen de l'électricité.

Les divers systèmes de commande électrique consistent généralement dans l'emploi d'un *servo-moteur*, c'est-à-dire d'un appareil mécanique attelé au levier du distributeur et dont le déclenchement est produit par l'envoi d'un courant de pile.

Le servo-moteur peut être combiné de manière à introduire ou à évacuer progressivement l'eau, ce qui permet de faire varier la vitesse de la montée ou de la descente de la cabine par une succession d'émissions du courant. Ce servo-moteur peut, au contraire, être construit de manière à agir sur le distributeur dès qu'il a reçu une seule émission de courant, qui déclenche son mécanisme, et dans ce dernier cas, le distributeur est amené d'un seul coup sur la position montée, arrêt ou descente.

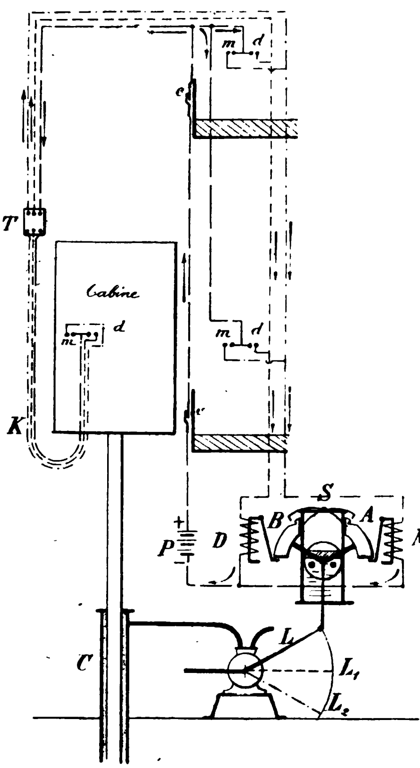


Fig. 28. — Distributeur à commande électrique système Édoux.

Voici la description succincte d'un système de ce dernier genre.

La figure 28 donne le croquis d'un ascenseur hydraulique à piston plongeur supportant une cabine.

Le distributeur est muni d'un levier de manœuvre qui, dans la position L, établit la communication du tuyau d'amenée de l'eau motrice; dans la position L_1, il ferme l'accès de l'eau, et, dans la position L_2, il met en communication le cylindre de l'ascenseur avec le tuyau d'évacuation.

Le servo-moteur qui commande le distributeur est représenté en S;

il est essentiellement composé d'un petit moteur hydraulique alimenté par une dérivation prise sur le tuyau d'adduction de l'eau motrice et pourvu d'un robinet distributeur dont le mouvemeut de rotation est provoqué par le basculement des leviers A et B.

Ces leviers, dont le premier A correspond à la mise en montée de la cabine, et le deuxième B à sa mise en descente, sont munis, à leur extrémité libre, d'une masse pesante ou marteau dont la chute est déterminée par le passage d'un courant dans l'électro contenu dans la boîte correspondante M ou D.

Le marteau A en tombant ouvre le distributeur du moteur hydraulique pour l'admission de l'eau sous pression, sous le piston de ce moteur, et la mise en vidange de l'eau située au-dessus de ce piston, lequel se met ainsi à monter en entraînant le levier du distributeur de l'ascenseur auquel il est relié. Ce levier est ainsi amené en L (montée), mais en même temps, le piston en montant replace mécaniquement le marteau en A.

Si on envoie un courant dans l'électro contenu dans la boîte D, on provoquera la chute du marteau B et, par suite, la manœuvre du distributeur du moteur pour l'admission de l'eau motrice au-dessus de son piston; ce dernier descendra et ramènera le levier du distributeur de l'ascenseur dans la position L_1 (point mort ou arrêt), et en même temps le marteau B sera remonté mécaniquement à sa position primitive.

Enfin, en faisant passer de nouveau un courant dans l'électro de la boîte D, on provoquera une nouvelle chute du marteau B, produisant une émission d'eau motrice sur le piston du moteur et une évacuation de l'eau restant au-dessous de ce piston, par suite, le refoulement de ce dernier à fond de course inférieure et le déplacement du levier L_1 en L_2 (descente). En même temps, le marteau sera ramené mécaniquement en B.

Ainsi, par le jeu des marteaux A et B on obtient successivement le déplacement du piston du moteur supposé à l'extrémité de la course inférieure, par exemple : à mi-course, à fin de course supérieure, à mi-course, à fin de course inférieure, mouvements correspondant aux positions L_2, L_1, L, L_1, L_2 du levier du distributeur de l'ascenseur.

Les communications électriques à établir pour produire ces manœuvres sont représentées schématiquement sur le croquis. Il faut un fil souple à trois conducteurs reliant la cabine à un taquet fixe installé à mi-course de cette cabine. Des boutons-poussoirs *m* (montée) et *d*

(descente) sont intercalés dans les circuits reliant les deux pôles de la pile B aux électros M et D en dérivation sur le conducteur négatif; d'autres boutons sont installés aux étages à desservir, et enfin les condamnations de portes palières sont mises en circuit. Il suffit que l'une de ces portes reste ouverte pour que le circuit soit interrompu; on ne peut pas alors mettre l'ascenseur en mouvement.

En supposant que les portes soient fermées, on voit qu'en poussant un bouton *m* par exemple soit de la cabine, soit d'un étage quelconque, on ferme le circuit de la pile P dont le courant positif circule dans le sens indiqué par les flèches pour revenir au pôle négatif de la pile après avoir traversé l'électro M.

Il en serait de même si l'on poussait l'un des boutons *d*; le courant circulerait alors du pôle positif au pôle négatif de la pile P, en passant par l'électro D.

Les appareils de manœuvre électriques sont commodes, mais ils nécessitent le jeu d'organes toujours délicats et, par suite, sujets à des ratés ou à des dérangements, quelque bien établis qu'ils soient; il faut également prévoir les arrêts dus à la source d'électricité. C'est pourquoi, tout en les adaptant à leurs ascenseurs, certains constructeurs jugent prudent de conserver la manœuvre à corde comme appareil de secours et combinent leur distributeur en conséquence.

Alimentation automatique des ascenseurs à balance hydraulique.

Nous avons vu que, dans les ascenseurs à balance hydraulique, le volume d'eau emprisonné entre le compensateur et la tige de l'ascenseur était théoriquement variable; mais en pratique il y a toujours quelque peu d'eau entraînée par la tige dans son mouvement. Si minime que soit cette perte, il faut la récupérer, car elle se renouvelle à chaque voyage, et il arriverait bientôt que la cabine ne pourrait pas achever son parcours complet, restant en arrêt entre deux étages.

L'appareil représenté figure 29, permet d'introduire automatiquement dans le compensateur la petite quantité d'eau nécessaire pour ramener le piston en haut de sa course. Il se compose essentiellement d'une sorte de robinet à deux soupapes, en relation d'une part avec l'eau motrice, d'autre part avec le compensateur; ces deux soupapes à ressort s'abaissent simultanément quand on presse sur le bouton B qui

se trouve un peu au-dessus du sol du rez-de-chaussée et au-dessous du plancher de la cabine. Si la quantité d'eau emprisonnée entre le compensateur et la tige de l'ascenseur devient insuffisante, la cabine descend au-dessous du niveau normal de sa position limite, elle presse sur le bouton B et permet à l'eau de s'introduire dans l'ascenseur; la cabine remonte alors de quelques millimètres et le bouton, cessant d'être pressé, les soupapes se referment.

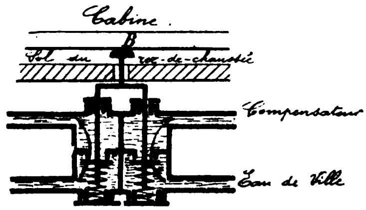


Fig. 29.

A défaut d'un appareil de ce genre, il faudrait opérer la récupération à la main, ce qui serait une sujétion gênante.

CHAPITRE III

ASCENSEURS HYDRAULIQUES AVEC EMPLOI DE MOTEURS A AIR COMPRIMÉ, A GAZ ET ÉLECTRIQUES

Les difficultés rencontrées dans l'application plus ou moins directe de moteurs à la manœuvre du treuil d'un ascenseur, la répugnance que manifestent certaines personnes à se voir soulevées par un câble dont elles craignent toujours la rupture, alors que le soulèvement de la cabine par un piston paraît tout naturel et moins dangereux; enfin la nécessité où l'on se trouve de transformer les ascenseurs hydrauliques ancien modèle en des appareils ne dépensant plus d'eau, ont conduit à une solution mixte comportant l'utilisation d'un volume d'eau constant.

Le principe consiste, étant donné un ascenseur hydraulique ordinaire, c'est-à-dire composé d'un cylindre d'une longueur égale à la hauteur à desservir et d'un piston plongeant dans ce cylindre et supportant la cabine, à emmagasiner dans un réservoir l'eau nécessaire pour le remplissage de ce cylindre quand le piston a été soulevé complètement.

Pour soulever le piston, on fait passer, à l'aide de pompes, l'eau du réservoir dans le cylindre. Quand le piston descend, il refoule lui-même l'eau du cylindre dans le réservoir.

Les pompes peuvent être commandées soit par un moteur à air comprimé, soit par un moteur à gaz, soit enfin par un moteur électrique.

Ascenseur hydraulique avec utilisation de l'air comprimé.

Ainsi que nous l'avons fait remarquer au commencement de cette étude, le prix de la force motrice empruntée à l'eau sous pression des conduites urbaines est notablement plus élevé que celui de la force motrice obtenue par l'air comprimé.

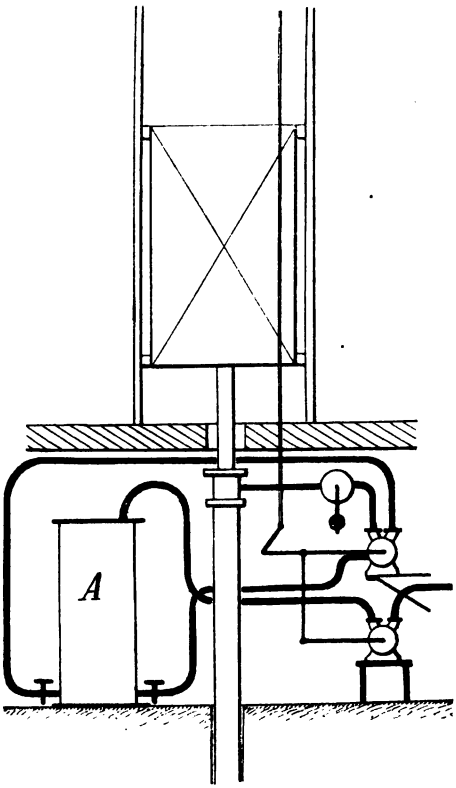


Fig. 30.

Ainsi avec un ascenseur hydraulique à piston avec équilibrage du poids mort, la consommation d'eau est constante quel que soit le nombre des voyageurs et même si la cabine monte à vide. Pour un ascenseur construit pour trois personnes, cette consommation est d'environ 275 litres par course totale, ce qui, au tarif de 0 fr. 32 le mètre cube (tarif ancien à Paris) conduit à une dépense de 0 fr. 088.

Si on admet que l'ascenseur fasse, en moyenne, vingt courses par jour, soit 7 300 courses par année, la dépense annuelle en eau est de 642 francs.

L'air comprimé revient à 3 fr. 85 le kilomètre de course, de sorte que pour un ascenseur placé dans les conditions ci-dessus énoncées, la course totale coûte 0 fr. 077.

Le prix de revient annuel, pour 7 300 courses, se réduit donc à 562 francs.

L'économie est ainsi de 80 francs, soit des 12, 4 °/₀ du prix annuel de l'eau consommée.

Il n'est donc pas étonnant qu'on ait cherché à réaliser cette économie qui, depuis l'élévation du tarif des eaux (0 fr. 60 le mètre cube) est de 1 204 — 562 = 642 francs, c'est-à-dire de plus des 53 °/₀ du prix annuel de l'eau consommée.

La figure 30 donne la vue d'un ascenseur aéro-hydraulique système Édoux.

Le principe consiste à mettre l'eau motrice en pression par l'air comprimé. Il est applicable à tout ascenseur hydraulique, quel que soit son système, à puits ou sans puits.

Il suffit d'adjoindre à l'ascenseur hydraulique un récipient fermé A dans lequel on fera arriver de l'air comprimé. La pression de cet air se transmettra à l'eau et fera mouvoir l'ascenseur.

Ascenseur hydraulique avec alimentation directe par une pompe et un moteur à gaz.

On sait qu'en attendant l'abaissement du tarif du gaz consommé par les moteurs, la Compagnie parisienne du Gaz favorise les installations en accordant, sous forme de prime, une réduction sur le prix du mètre cube de gaz, calculée d'après la puissance du moteur.

Cette prime est assez importante pour ramener à 20 centimes net le prix actuel de 30 centimes le mètre cube de gaz. Elle se paie par cinquièmes dans les conditions suivantes :

Le premier cinquième est payable après la consommation du premier quart du nombre de mètres cubes devant être consommé en quatre ans; le second cinquième est payable après la moitié de la consommation de gaz; le troisième cinquième après les trois quarts de cette consommation ; enfin les deux derniers cinquièmes après la consommation totale.

Voici comment on peut résoudre le problème de l'adaptation d'un moteur à gaz à la conduite d'un ascenseur hydraulique existant, avec emploi d'un même volume d'eau.

Les adjonctions à faire sont (ainsi que le montre le croquis de principe, fig. 31) :

Un moteur à gaz qui doit toujours tourner à sa vitesse maximum;

Une pompe de récupération, attelée directement sur l'arbre du moteur à gaz (et à un seul corps de pompe);

Un accumulateur hydraulique, avec charge variable constituée par

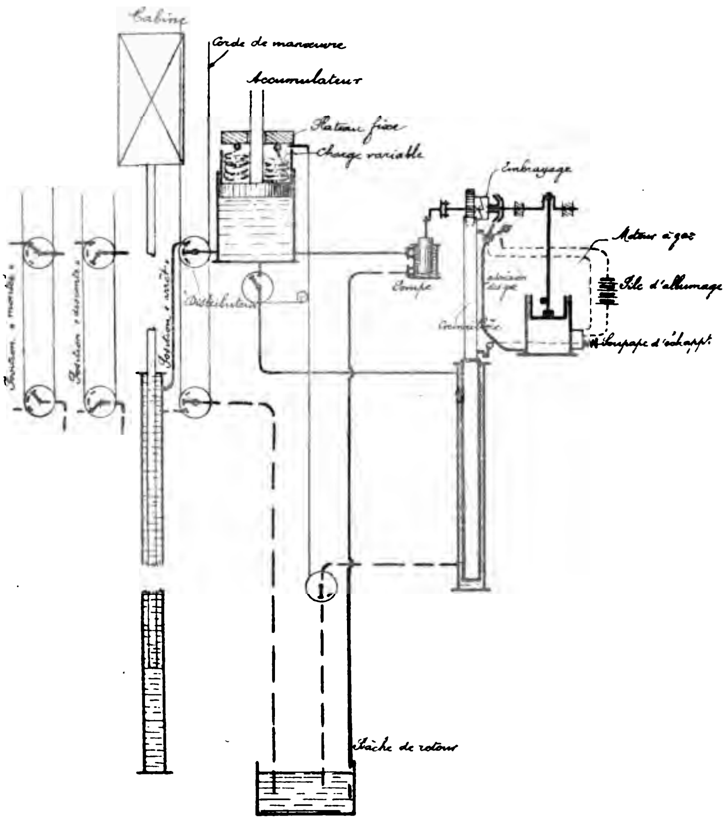


Fig. 31. — Ascenseur hydraulique avec alimentation directe par une pompe et un moteur à gaz système Édoux.

des chaînes fixées par un bout à un plateau fixe (ce qui permet d'obtenir un équilibrage de la charge de la cabine, et, par suite, une vitesse constante de celle-ci);

Une bâche de retour et d'alimentation de la pompe;

Enfin, un système de mise en marche automatique du moteur à gaz par l'eau sous pression.

C'est ce dernier appareil qui constitue la partie originale du système ; il comprend :

a) Un pignon fou sur l'arbre du moteur, relié à celui-ci par un embrayage à friction en deux parties qui portent sur leurs faces en regard des rampes héliçoïdales. Ces rampes, en cas de mouvement relatif, glissent l'une sur l'autre et écartent ou rapprochent les deux parties du manchon pour embrayer ou pour désembrayer le moteur.

Ce dispositif permet l'entraînement du moteur par le pignon, mais non l'inverse ;

b) Une crémaillère qui engrène avec le pignon et prolonge le piston d'un cylindre hydraulique.

Pour mettre la cabine en *montée*, on actionne le distributeur de façon à relier l'accumulateur au cylindre de l'ascenseur.

Le piston de l'accumulateur descend ; pendant ce temps la cabine commence à s'élever. L'accumulateur, en descendant, ouvre l'admission du cylindre à crémaillère. Cette crémaillère s'élève, ouvre de suite le robinet d'admission du gaz, actionne un interrupteur qui ferme le circuit de la pile nécessaire à l'allumage électrique du mélange tonnant; elle entraîne le pignon et la première partie du manchon ; celle-ci chasse la deuxième partie qui entraîne le moteur par friction et lui fait faire cinq tours, ce qui est suffisant pour le lancer.

La pompe fournit alors l'eau directement au cylindre de l'ascenseur qui continue à monter.

Pour arrêter la cabine en montée, on ramène le distributeur à sa position moyenne, dans laquelle il supprime la relation entre le cylindre de l'ascenseur et le reste de la canalisation.

Le moteur à gaz et la pompe continuent à tourner et remplissent l'accumulateur.

Quand ce dernier est presque rempli, il ouvre l'évacuation du cylindre de la crémaillère : celle-ci redescend. Dès qu'elle a commencé son mouvement, les deux parties du manchon se rapprochent et débrayent le moteur qui s'arrête normalement.

Quand la crémaillère arrive au bas de sa course, elle supprime le courant de pile, ferme l'admission du gaz et ouvre la soupape d'évacuation des gaz brûlés afin qu'ils ne puissent gêner la mise en marche suivante.

Pour produire la *descente*, on amène le distributeur dans une troisième position, correspondant à l'ouverture de l'évacuation du cylindre de l'ascenseur. L'eau s'écoule dans la bâche de retour où elle sera reprise par la pompe pour effectuer la montée suivante.

L'arrêt à la descente s'obtient en ramenant le distributeur à sa position moyenne où il isole le cylindre de l'ascenseur.

C'est la cabine elle-même qui ramène la corde dans la position arrêt, comme dans les ascenseurs ordinaires.

Si on craint des manœuvres incomplètes du distributeur (auquel cas le départ du moteur est incertain), on l'actionne au moyen d'un servo-moteur mû par boutons-poussoirs.

Ascenseur hydro-électrique avec alimentation directe par des pompes.

Le croquis ci-contre (fig. 32) donne la vue d'un ascenseur avec commande des pompes par moteur électrique.

Un réservoir de 700 litres environ, R, placé en cave, est relié par des tuyaux *t* au distributeur D et aux pompes P. Ces pompes sont elles-mêmes reliées par un tuyau *t'* à un accumulateur A et au distributeur D.

Les pompes sont actionnées par un moteur électrique M qui reçoit le courant du secteur.

Il est facile de voir que si, après avoir fermé les conduites d'adduction d'eau de ville et d'évacuation à l'aide des robinets *r* et *i*, on ouvre le distributeur D et si on fait fonctionner la pompe P, l'eau de l'accumulateur A (supposé au sommet de sa course) sera refoulée dans le cylindre de l'ascenseur, et l'eau du réservoir R sera envoyée par la pompe dans ce même cylindre.

Le piston porte-cabine se mettra donc à monter.

On remarquera que la première utilité de l'accumulateur A est de fournir de l'eau sous pression dès l'ouverture du distributeur pour provoquer sa montée immédiate, et donner le temps à la pompe de se mettre en mouvement, attendu que c'est le piston de l'accumulateur qui, en s'abaissant, fait tourner le commutateur mettant le courant du secteur sur le moteur électrique et provoquant par suite la rotation de la pompe.

Quand on arrête la cabine en fermant le distributeur D soit au

moyen de la manœuvre à corde, soit à l'aide d'une commande électrique par boutons-poussoirs, la pompe continuant à tourner envoie l'eau du réservoir R sous le piston de l'accumulateur ; ce piston en remontant coupe le courant dans le moteur et produit son arrêt.

Enfin, quand on a tourné le distributeur dans le sens correspondant à la descente de la cabine, on a établi la communication du cylindre

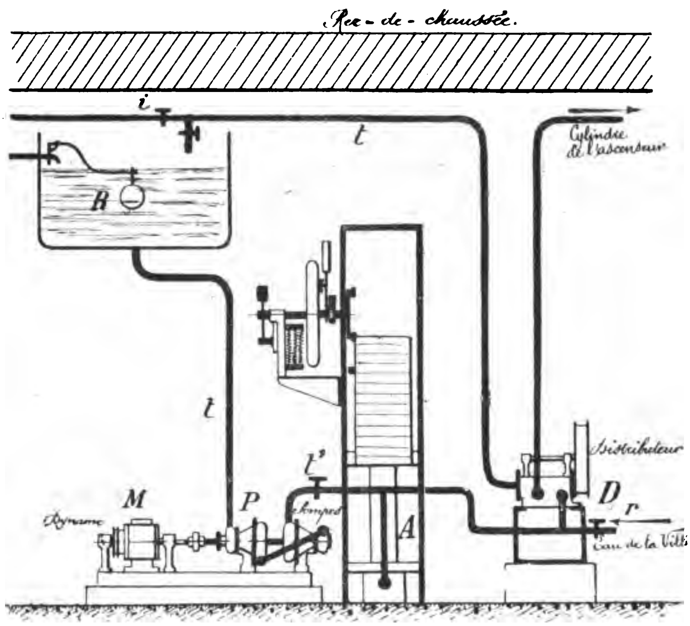


FIG. 32. — Ascenseur hydro-électrique avec alimentation directe par des pompes système Roux et Combaluzier.

de l'ascenseur avec le réservoir R par le tuyau *t'*, et l'eau contenue dans ce cylindre, pressée par le piston de l'ascenseur dont le poids est augmenté de celui de la cabine, est refoulée dans le réservoir R.

Le même volume d'eau sert donc toujours et on ne dépense que le courant électrique nécessaire pour actionner la pompe.

Quand on veut actionner le distributeur D, non plus directement par une corde, mais par l'électricité à l'aide de boutons-poussoirs, on commande ce distributeur par un servo-moteur mis lui-même en marche par le courant électrique avec l'intermédiaire d'un relais.

Ascenseur hydro-électrique à compensateur.

On a résolu le même problème d'une manière simple et élégante par l'emploi d'un compensateur hydro-électrique dont la figure 33 permet de comprendre aisément le fonctionnement.

Le cylindre P de l'ascenseur est relié à un autre cylindre de même capacité que lui, mais moins haut et contenant un piston plongeur K lesté par un contrepoids C et solidaire d'un écrou dans lequel passe une vis V.

L'ensemble des deux cylindres P et P′ et de la conduite qui les réunit, constitue une balance hydraulique.

Pour faire monter ou descendre le piston porte-cabine *p*, il suffit de faire monter ou descendre le piston K, puisqu'on refoule ainsi l'eau

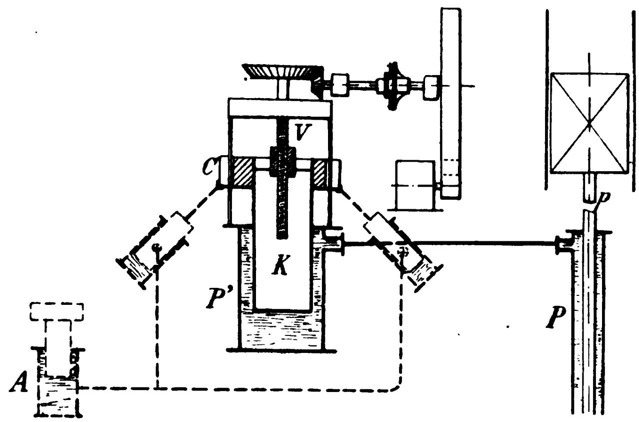


Fig. 33. — Ascenseur hydro-électrique à compensateur, système Pifre.

du cylindre P′ dans le cylindre P. C'est à quoi on arrive en donnant à la vis V un mouvement de rotation dans le sens convenable à l'aide d'une dynamo par l'intermédiaire d'une courroie et d'un engrenage d'angle, ainsi que le montre le croquis de principe (fig. 33).

Comme le poids de la cabine et la moitié de la charge maximum sont constamment compensés par le poids dont on charge le piston K, le moteur électrique n'a à vaincre qu'un effort relativement faible; aussi arrive-t-on à des dépenses de courant très réduites, ainsi que nous le verrons plus loin.

Dans les ascenseurs de grandes dimensions, il est intéressant d'équilibrer également le poids mort variable de la tige porte-cabine; il suffit alors d'avoir recours à un système déjà décrit à l'occasion des ascenseurs hydrauliques et qui consiste à relier le contrepoids du piston K à deux presses oscillantes (représentées en traits interrompus sur le croquis de la fig. 33). Ces presses sont en relation avec un accumulateur A.

Nous ferons remarquer que l'arbre intermédiaire qui porte le pignon d'angle, est lié à celui de la poulie de commande par courroie à l'aide d'un manchon d'accouplement constitué par deux plateaux solidarisés par des lames flexibles. Cette disposition qui permet la conduite du pignon par le volant dans les deux sens, a pour but de prévenir les accidents qui proviendraient d'efforts anormaux. En effet, dans ce cas, les deux lames d'accouplement, qui sont calculées en conséquence, se briseraient.

Dans chaque sens de marche, le contrepoids et la cabine exercent des efforts en sens inverse qui s'annulent en partie, et le moteur n'a à vaincre que la différence des deux travaux effectués. Cette différence varie avec la charge de la cabine, et le système est combiné de façon que le moteur ait à fournir un travail théorique nul (les frottements négligés) pour la charge moyenne.

La mise en marche du moteur (dans un sens ou dans l'autre), et son arrêt se font de la cabine par trois boutons *(montée, arrêt, descente)*; il y a de plus, dans cette cabine, une boîte portant un bouton d'arrêt automatique par étage, avec levier de remise en place de tous les autres boutons.

Dans la cave, se trouvent les différents organes servant à introduire, à interrompre et à inverser le courant électrique.

L'interrupteur d'excitation est métallique; l'interrupteur principal et l'inverseur sont constitués par des équerres métalliques s'abattant chacune dans deux godets à mercure.

Le rhéostat de démarrage est mis graduellement en circuit ou retiré de même par un chariot qui se meut horizontalement sous l'action d'un servo-moteur électrique dont le circuit est modifié par un interrupteur et un inverseur solidaires de relais.

Tout est combiné pour établir l'ordre de succession convenable entre les diverses opérations à effectuer, savoir :

A la mise en marche : Fermer l'excitation du grand moteur; fermer son inverseur pour le sens de marche voulu; fermer l'interrupteur

et l'inverseur du servo-moteur pour la suppression du rhéostat de démarrage; arrêter le servo-moteur;

A l'arrêt : Modifier les circuits du moteur principal pour changer son mode d'action et produire un freinage électrique et progressivement croissant; actionner et arrêter à temps le servo-moteur; ouvrir les circuits du grand moteur pour la position *repos.*

La cabine et la cage portent, comme d'ordinaire, les dispositifs pour empêcher la manœuvre de la cabine quand la porte d'un des paliers ou celle de la cabine est ouverte. Une porte de palier ne peut non plus s'ouvrir qu'au moment où la cabine l'a atteinte.

Système aéro-hydro-électrique de récupération pour ascenseurs hydrauliques.

Dans ce système, représenté schématiquement figure 34, l'installation relative à la récupération est établie comme nous allons l'indiquer :

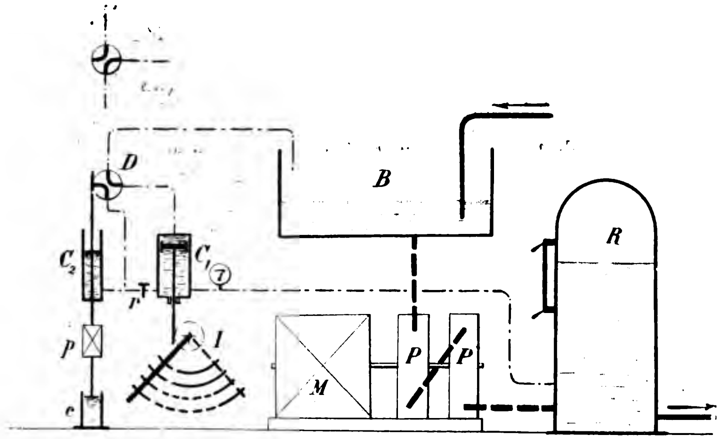


Fig. 34. — Système Heurtebise aéro-hydro-électrique de récupération.

Un *réservoir fermé* R, appelé *nourrice*, est relié au distributeur de l'ascenseur à alimenter.

(Une même installation peut, d'ailleurs, être commune à plusieurs ascenseurs voisins).

La calotte supérieure du réservoir forme chambre à air et c'est l'air emprisonné qui donne la pression nécessaire à l'eau motrice.

Dès que cette pression atteint la limite inférieure qu'elle ne doit pas dépasser, un servo-moteur hydraulique C_1 déplace l'interrupteur à rhéostat I d'un moteur électrique M qui se met en marche.

Ce moteur est accouplé directement à deux pompes centrifugés conjugées PP, qui prennent l'eau dans la bâche de retour B et l'envoient dans la nourrice R où la pression se rétablit peu à peu.

Quand la pression voulue est atteinte, le servo-moteur C_1 agit en sens inverse, ramène en arrière l'interrupteur I, et le moteur électrique s'arrête.

Servo-moteur hydraulique.

Le servo-moteur hydraulique, à fonctionnement automatique, est la partie la plus intéressante du système.

Il comprend deux cylindres dont l'un C_1 commande les mouvements de l'interrupteur électrique, et dont l'autre C_2 manœuvre le distributeur D qui gouverne le premier cylindre C_1.

Manœuvre de l'interrupteur.

Le premier cylindre C_1 est vertical et à double effet; son piston, qui porte deux garnitures étanches, est muni d'une tige inférieure commandant par chaîne une roue calée sur l'axe du bras de l'interrupteur I.

La partie inférieure du cylindre est reliée en permanence à la nourrice, par un tuyau muni d'un manomètre.

La partie supérieure est reliée à un distributeur D qui, normalement, la met en communication avec la bâche de retour, et qui, dans une deuxième position, peut la réunir à la partie inférieure, c'est-à-dire à l'eau sous pression.

Dans la première position du distributeur, le piston occupe sa position la plus élevée, refoulé qu'il est par l'eau de la nourrice; mais si le distributeur est amené à sa deuxième position, l'eau sous pression agit sur les deux faces du piston, et celui-ci descend parce que la pression de bas en haut ne s'exerce que sur la surface du piston diminuée de la section de la tige.

La tige, en descendant, déplace le bras de l'interrupteur de gauche à droite pour la mise en marche du moteur.

La conduite qui relie les deux parties du cylindre porte un robinet *r*

qui a un rôle très important : il permet de régler l'écoulement de l'eau, et, par suite, la vitesse du mouvement de la tige et du bras de contact de l'interrupteur.

MANŒUVRE DU DISTRIBUTEUR.

Enfin, le distributeur est manœuvré par la tige supérieure du piston d'un cylindre vertical à simple effet C_2.

Le piston supporte un poids réglable p constitué par un réservoir rempli de grenaille; une cataracte c amortit les mouvements du piston.

La partie inférieure du cylindre reçoit l'eau de la nourrice par un branchement pris sur la conduite qui relie les deux parties du cylindre à double effet, après le robinet du réglage r.

L'équipage mobile est donc sollicité : de haut en bas, par son poids même ; de bas en haut, par la pression de l'eau d'alimentation de l'ascenseur.

Il reste dans sa position supérieure tant que l'action de l'eau est prépondérante, et descend à sa position inférieure dès que c'est le poids métallique p qui l'emporte.

La première position est la position normale; elle correspond à la période de repos du moteur électrique. La deuxième position est celle correspondante à la période d'alimentation de la nourrice.

On conçoit, d'après ce qui précède, que, pour la mise en marche comme pour l'arrêt du moteur, on a successivement, dans un sens ou dans l'autre, suivant le cas, mais toujours dans le même ordre :

1° Un mouvement vertical du piston du cylindre à simple effet ;
2° Une rotation du distributeur;
3° Un déplacement vertical du piston du cylindre à double effet :
4° Une rotation du bras de contact de l'interrupteur ;

Enfin, comme résultat, l'arrivée de l'eau dans la nourrice ou la suppression de son alimentation.

Évaluation du coût d'une ascension.

Il nous reste maintenant à indiquer la dépense qu'entraîne une course complète, aller et retour, d'une cabine d'ascenseur hydro-élec-

trique pour une maison à cinq étages, c'est-à-dire pour une hauteur de 20 mètres environ.

Avec le système à pompe, on peut compter sur une dépense argent de 0 fr. 065 par manœuvre complète (montée et descente), le courant électrique étant livré par les secteurs parisiens à raison de 0 fr. 06 l'hectowatt-heure.

Avec un ascenseur à compensateur électrique sans équilibrage du poids mort variable de la tige de l'ascenseur, on arrive pour une course de 16 mètres à une dépense argent de 0 fr. 03 (montée à charge complète 220 kilogr. et descente à vide, ce qui est le cas le plus défavorable) ; le courant étant toujours livré à raison de 0 fr. 06 l'hectowatt-heure.

Enfin, avec un ascenseur à compensateur électrique avec poids mort variable équilibré par des presses oscillantes, portant dans sa cabine une charge de 500 kilogr. et ayant une hauteur d'ascension de 20 mètres, la dépense argent est pour la montée à charge de 0 fr. 0289 et pour la descente à vide de 0 fr. 033 (cas le plus défavorable), soit au total, pour une manœuvre complète, 0 fr. 0619.

CHAPITRE V

ASCENSEURS ÉLECTRIQUES

Les ascenseurs électriques sont fort employés en Amérique et en Allemagne; à Paris il a fallu l'augmentation considérable du prix de l'eau pour amener les constructeurs à en installer. Et cependant, en dehors de cette considération toute particulière de l'élévation du tarif de l'eau employée comme puissance motrice, l'ascenseur électrique a, sur l'ascenseur hydraulique, des éléments variés de supériorité, dont les principaux sont la flexibilité et la facilité d'installation.

On peut admettre comme rendement d'un ascenseur électrique avec treuil à vis sans fin, 25 à 35 % (rapport du travail sur les câbles de suspension de la cabine à l'énergie fournie au moteur).

Le rendement d'un appareil hydraulique à pleine charge est certainement plus élevé, mais à charge réduite il n'en est plus de même puisque la consommation de l'ascenseur hydraulique reste constante alors que l'appareil électrique n'absorbe que la puissance nécessaire pour effectuer le travail demandé.

Dans bien des cas l'avantage pourra rester à l'ascenseur électrique.

Conditions générales à remplir.

Nous allons examiner rapidement quelles sont les conditions générales à remplir par les appareils mécaniques et électriques destinés à la conduite des ascenseurs.

La cabine est suspendue à un câble qui, après avoir passé sur une poulie fixe placée à la partie supérieure de l'immeuble, vient s'enrouler sur le tambour d'un treuil installé le plus souvent en sous-sol.

Nous avons indiqué précédemment comment on obtient l'équilibrage

du poids mort et nous ne reviendrons pas sur cette question pas plus que sur celle qui est relative aux parachutes.

Le treuil sur lequel s'enroule la corde de traction est généralement commandé par roue hélicoïdale et vis tangente; cette dernière est calée sur l'arbre même du moteur électrique, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un accouplement élastique isolant genre Raffard.

Le mode de commande du treuil par roue et vis tangente n'est pas avantageux au point de vue du rendement qui n'est guère que de 35 à 40 °/₀, mais il a été cependant adopté en raison de la sécurité qu'il offre. La vis n'étant pas réversible, la cabine s'arrête d'elle-même en cas de rupture de l'accouplement du treuil et du moteur.

La vitesse maximum, généralement admise en France pour les ascenseurs, est de 0^m50 à la seconde et, dans la plupart des cas, la vitesse moyenne est de 0^m25 à 0^m30. En Amérique, on admet des vitesses beaucoup plus élevées, surtout lorsque les arrêts intermédiaires sont suffisamment espacés les uns des autres.

Connaissant le poids à soulever, la vitesse d'ascension de la cabine et le rendement de l'installation, il est facile de calculer la puissance du moteur à employer.

A titre d'exemple, prenons un ascenseur pouvant élever trois personnes (220 kilogr.) à la vitesse de 0^m45 par seconde. Comme on équilibre la moitié de la charge maximum à soulever, la puissance utile sera $\frac{220}{2} \times 0^m45 = 50$ kilogr. par seconde. Si nous admettons un rendement de 35 °/₀ pour le treuil électrique et un rendement total en poids élevé de 25 °/₀, le moteur devra avoir une puissance de $\frac{50}{0,25} = 200$ kilogrammes.

On prendra un moteur de $2^{ch}7$ soit, en nombre rond, 3 chevaux.

Reste maintenant à déterminer le type des moteurs à employer.

Les moteurs électriques peuvent être à courant continu ou à courants alternatifs.

Les moteurs à courant continu sont faciles à manœuvrer, ils démarrent sans charge, tandis que les moteurs à courants alternatifs présentent certains inconvénients qui rendent leur application assez difficile; parmi ces inconvénients, nous signalerons plus spécialement la nécessité de faire démarrer à vide les moteurs à courants alternatifs. Or, dans le cas particulier des ascenseurs, il est très difficile de combiner un système d'embrayage à distance entre le moteur et le treuil;

la question est, cependant, à l'étude et il est à désirer que l'on arrive à une solution pratique du problème (1).

Parmi les moteurs à courant continu, on peut faire choix soit d'un *moteur série*, soit d'un *moteur shunt*.

Un *moteur série* se compose essentiellement d'un inducteur A et d'une armature B connectés comme le montre le croquis ci-dessous (fig. 35). Le courant moteur entrant en *a* parcourt l'inducteur puis l'armature et sort en *b*. Quand on coupe le courant en C, l'armature continue à tourner pendant un certain temps en vertu de la vitesse acquise et on ne peut produire son *arrêt instantané* qu'en faisant agir un frein sur l'axe du moteur.

Au contraire, dans un *moteur shunt*, l'inducteur A et l'armature B sont reliés comme le montre le croquis (fig. 36). L'inducteur est d'abord excité, puis l'armature est parcourue par une dérivation du courant. Si on maintient l'excitation et si, après avoir coupé le circuit dérivé de l'armature, on met celle-ci en *court circuit*, le courant développé dans le circuit fermé C (fig. 36) par l'armature, qui continue à tourner en vertu de sa vitesse acquise, sera de sens contraire à celui qui circule dans le circuit inducteur; ces deux forces s'annuleront et l'armature B s'arrêtera presque instantanément.

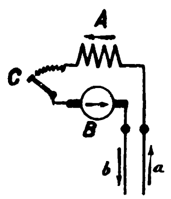


Fig. 35.

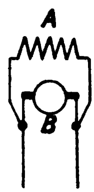


Fig. 36.

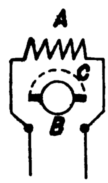


Fig. 37.

Les explications qui précèdent suffisent pour montrer que dans l'application spéciale qui nous occupe :

1° Le *moteur à excitation en série* est d'une manœuvre facile; sa mise en marche et son arrêt peuvent être commandés par un appareil de construction simple, qui lui-même peut être actionné sans précaution. Mais, en revanche, ce moteur fonctionne à des allures différentes, d'une façon brutale et irrégulière, par conséquent sans la

(1) Certains constructeurs nous ont affirmé que, tout récemment, ils avaient installé des ascenseurs commandés directement par des moteurs à courants alternatifs démarrant sous charge.

sécurité voulue. De plus, il ne s'arrête pas brusquement et exige l'adjonction d'un frein mécanique;

2° Le *moteur shunt* présente les avantages et inconvénients absolument inverses des précédents. Sa manœuvre nécessite l'emploi d'un commutateur-inverseur à effets multiples, par suite compliqué et délicat, qui fonctionne mal s'il est manœuvré incomplètement ou se détériore vite si sa commande est trop brusque. Mais ses démarrages se font d'une façon régulière, sa vitesse de marche est constante, et cette uniformité de mouvement est, par elle-même, une garantie. C'est la raison qui les a fait généralement préférer dans le cas de l'application des moteurs électriques aux engins de levage et, en particulier, aux ascenseurs.

Dans certains cas, on utilise concurremment les avantages des moteurs série et des moteurs shunt. Ainsi, le démarrage est obtenu sous l'action d'une excitation compound (série et shunt) puis, dès que la vitesse normale a été atteinte, on supprime l'excitation série qui a servi à accélérer le démarrage et on conserve seulement l'excitation shunt.

La mise en mouvement du moteur doit être effectuée par un commutateur qui, pour la mise en marche, ferme d'abord le circuit d'excitation puis le circuit de l'induit dans un sens ou dans l'autre, suivant que l'on veut produire la montée ou la descente de la cabine. Mais l'ouverture ou la fermeture des circuits ne peuvent être opérées brusquement sous peine de produire des chocs nuisibles au bon fonctionnement des appareils. Il faut donc faire usage d'un commutateur inverseur à rhéostat introduisant ou supprimant graduellement des résistances.

Ce commutateur est manœuvré soit par une corde, soit par des relais, soit par un servo-moteur à deux sens de marche mis lui-même en mouvement par un commutateur ou un relais.

Dans tout ascenseur bien établi, il faut que les arrêts aux paliers se produisent très exactement et il devient alors nécessaire d'employer un système de freinage pour arrêter rapidement le moteur.

Les freins peuvent être mécaniques, électro-mécaniques ou purement électriques.

Dans le premier cas, le manchon d'accouplement forme poulie de frein. Une bande d'acier s'applique sur la jante sous l'action d'un levier à contrepoids ou à ressorts toutes les fois qu'une tringle soli-

daire de la barre de manœuvre est dans sa position moyenne (arrêt). Dès que cette tringle se déplace à droite ou à gauche pour la mise en marche du moteur, elle soulève le levier par l'intermédiaire d'une came et le moteur est libéré.

Dans le deuxième cas, l'action de la came est remplacée par celle d'un solénoïde embroché sur le circuit du moteur.

Dans le troisième cas, l'armature du moteur est mise en court circuit et l'excitation shunt est conservée jusqu'à l'arrêt complet.

Nous terminerons ce chapitre par quelques considérations générales relatives aux appareils de sécurité.

Quand la cabine d'un ascenseur arrive au rez-de-chaussée ou à sa position extrême supérieure, elle déplace automatiquement l'appareil de manœuvre du distributeur principal afin de provoquer l'arrêt.

Comme cet arrêt automatique aux fins de course peut ne pas se produire (défectuosité d'un contact dans le cas de bouton de manœuvre, bris ou desserrage d'un taquet dans le cas d'une tringle de manœuvre), il existe des commutateurs de sécurité, mis en mouvement par le treuil lui-même, qui interrompent le courant dans le moteur et provoquent l'arrêt dès que la cabine a dépassé les points d'arrêt extrêmes.

Si, pour une raison quelconque, la cabine venait à s'arrêter dans son mouvement de descente, le moteur continuant à tourner, le câble *prendrait du mou*, il s'enroulerait mal et pourrait même quitter le treuil; de plus, si l'obstacle qui arrêtait la cabine venait à céder, la cabine tomberait en chute libre d'une hauteur suffisante pour déterminer la rupture du câble ou tout au moins pour produire une secousse dangereuse pour les personnes et les organes mécaniques. Afin d'éviter ces inconvénients, on installe près de l'appareil de manœuvre un interrupteur de mou de câble qui coupe le courant et arrête le moteur.

Il existe un certain nombre de systèmes de condamnations de portes palières sur lesquels nous croyons inutile d'insister, en raison même de leur grande simplicité.

Ascenseur électrique à manœuvre directe.

Nous avons indiqué les avantages et les inconvénients que présentent les divers types de moteurs électriques qui peuvent être appliqués à la manœuvre d'un ascenseur.

Examinons le mode d'emploi d'un moteur shunt.

Il faut que le mécanisme soit disposé de manière :

1° Que, pour la mise en marche, le courant soit introduit, par le commutateur inverseur, d'abord dans l'inducteur A, puis dans l'armature B, en passant par des résistances graduées (fig. 36);

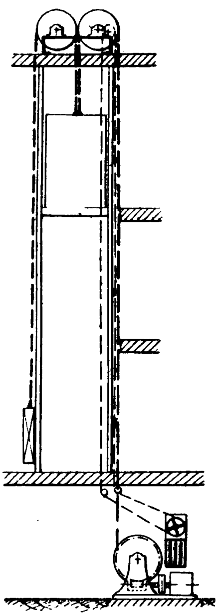


Fig. 38.

2° Que, pour l'arrêt, le courant étant maintenu dans l'inducteur A, il soit interrompu dans l'armature B; que les deux balais de cette armature soient mis en relation directe; enfin que le courant soit coupé dans l'inducteur aussitôt après l'arrêt du moteur.

La figure 38 représente l'ensemble d'un ascenseur électrique avec manœuvre directe.

Afin de simplifier la lecture des croquis qui permettent de comprendre le fonctionnement du système, nous ne représenterons que les bornes du commutateur-inverseur et nous indiquerons les liaisons opérées successivement entre ces bornes par le jeu du levier du commutateur. Sur ces croquis (fig. 39, 40 et 41), les fils en gros traits pleins indiquent la prise de courant au secteur, les fils en traits fins et pleins représentent le circuit de l'armature B et ceux en traits interrompus le circuit de l'inducteur.

Quand le levier du commutateur interrupteur a été amené à la position *montée*, il a établi les communications entre *a* et *c*, *b* et *d* et *b* et *e* (fig. 39). Le courant parcourt alors le circuit de l'inducteur A suivant les flèches 1 et le circuit de l'*armature* B suivant les flèches 2; l'armature tourne dans le sens de la flèche *f*.

Dès que l'armature a été mise en mouvement, les boules du régulateur centrifuge R s'écartent et amènent la palette *p* en contact avec les plots K et K′, ce qui ferme le circuit (représenté en traits interrompus) dérivé sur les deux fils venant du secteur et dans lequel est intercalé l'inducteur A.

Quand le levier du commutateur du levier interrupteur a été amené à la position *descente*, il a établi des communications entre *a* et *e*, *c* et *b*, *d* et *b* (fig. 40). Le courant circule dans la dérivation de l'in-

ducteur A, comme précédemment (flèches 1), mais dans le circuit de l'armature il a été inversé (flèches 2), de sorte que celle-ci tourne dans le sens indiqué par la flèche f', c'est-à-dire en sens contraire du premier mouvement.

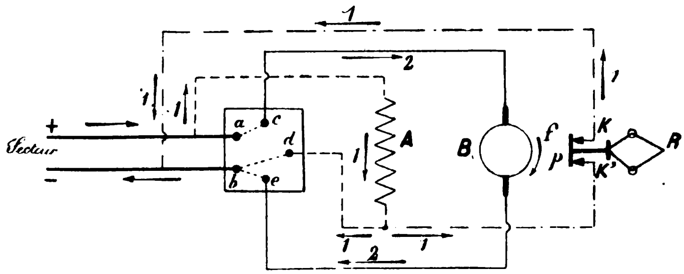


Fig. 39.

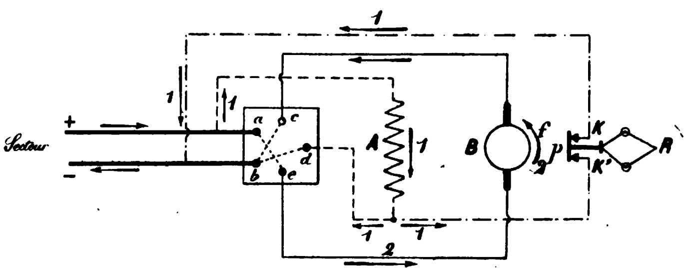


Fig. 40.

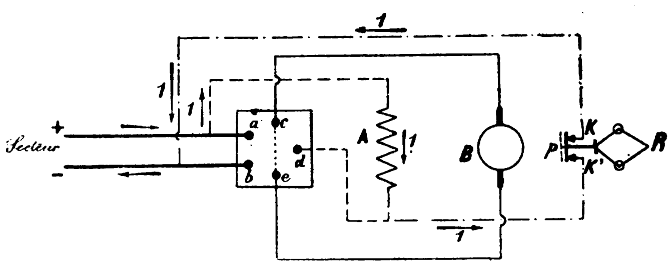


Fig. 41.

Enfin quand le levier de l'interrupteur-inverseur a été mis au point mort, correspondant à la position d'*arrêt*, il n'existe plus de communication qu'entre *c* et *e* (fig. 41) et il est facile de voir que, dans ces

conditions, l'inducteur A n'est plus excité que par le courant passant dans la dérivation qui contient le régulateur à force centrifuge R (traits interrompus) et que le circuit de l'armature B est fermé sur lui-même. Cette armature, mise ainsi en court circuit, s'arrête parce que le champ magnétique de l'inducteur est toujours en activité. Dès que l'armature B s'est arrêtée, les boules du régulateur à force centrifuge R, monté sur son axe, retombent, la palette *p* s'éloigne des plots K et K′ et coupe le courant d'excitation de l'inducteur.

Interrupteur de mou de cable.

Il peut se faire que, soit à cause d'une résistance opposée par la cabine dans son mouvement de descente, soit pour toute autre raison, le câble auquel est suspendue la cabine prenne du mou pendant la descente de cette cabine, ce qui aurait pour effet de produire un enroulement défectueux sur le treuil et même de permettre à ce câble d'échapper le tambour.

Il est donc indispensable, dès que cet accident se produit, d'arrêter le moteur.

Tel est le but de l'interrupteur du mou de câble, comprenant une

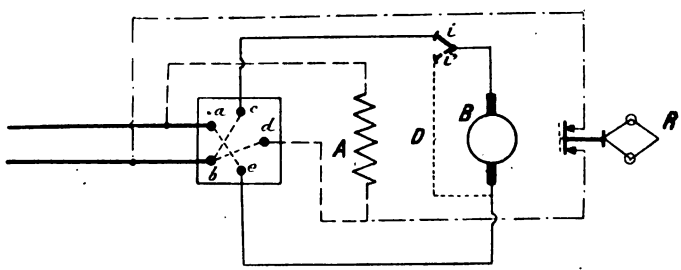


Fig. 42.

pièce mécanique qui, entrant en jeu dès que le câble mollit, pousse un interrupteur *i*, monté sur le circuit de l'armature B, dans la position *i′*, ce qui a pour effet de couper le circuit de l'armature et de mettre cette dernière en *court circuit*, par suite de produire l'arrêt brusque du moteur (fig. 42).

Observations diverses.

Dans le système d'ascenseur électrique à commande directe, dont nous venons d'indiquer le principe, on remarquera qu'on est obligé d'avoir recours à deux organes essentiels qui sont délicats : *l'interrupteur centrifuge* et *l'inverseur*.

L'interrupteur centrifuge tourne, comme le moteur électrique, à 1 200 ou 1 500 tours par minute; les efforts intérieurs que subissent les différentes pièces modifient, à cette vitesse, leur constitution. Cet appareil comporte forcément des articulations, un levier à chape, tous organes qui doivent être d'une construction très soignée et peuvent, malgré cela, se disloquer sans cause apparente.

Quant à l'inverseur, il doit être d'une structure compliquée pour satisfaire au programme indiqué plus haut. Il comprend des pièces nombreuses, qui doivent être larges, espacées, des ressorts dont l'action peut se modifier à la longue. Enfin il faut trois positions bien déterminées : montée, arrêt, descente, qu'il est difficile d'obtenir avec précision par la manœuvre d'une corde déplacée soit automatiquement à la vitesse même de l'ascenseur (de 0^m25 à 0^m50 par seconde), soit à la main par des personnes qui hésitent ou craignent une erreur, n'ayant aucune indication optique ou acoustique de fin de manœuvre.

Certaines personnes mettent beaucoup de brusquerie à effectuer ces manœuvres, faisant passer instantanément l'inverseur de sa position montée à sa position descente et *vice versa*.

C'est évidemment à cette brusquerie de manœuvre qu'il faut attribuer une bonne partie des dérangements qui se sont produits dans des ascenseurs électriques à manœuvre directe installés récemment dans des immeubles parisiens.

Les inconvénients que nous venons de signaler ne se présentent pas en Amérique où les ascenseurs existent dans presque tous les immeubles et fonctionnent cependant à une vitesse beaucoup plus considérable qu'en France. C'est que beaucoup de ces ascenseurs sont manœuvrés par un conducteur spécial attaché à chacun d'eux et que, de plus, une triple surveillance peut être exercée sur ces appareils :

1° Par les États et par les villes;

2° Par les constructeurs;

3° Par les Compagnies d'assurances contre les accidents (c'est cette dernière surveillance qui est la mieux exercée et la plus efficace).

Cependant comme une installation n'est pas toujours suffisamment importante pour comporter la présence d'un homme spécialement affecté à la conduite de l'ascenseur, on peut tourner la difficulté en laissant la corde (ou des boutons-poussoirs) à la disposition du public, mais en disposant les connexions de telle sorte que la personne qui se sert de l'ascenseur *commence la manœuvre qui s'achève seule.*

La manœuvre est ainsi effectuée d'une façon certaine, complète et régulière, mais c'est au prix d'une complication plus ou moins grande.

Nous allons décrire différents systèmes, français et américains, qui sont établis sur le principe que nous venons d'énoncer.

Ascenseur avec interrupteur circulaire.

Dans ce système d'ascenseur, le câble de traction de la cabine s'enroule sur un treuil conduit par un moteur électrique dont on inverse le sens de rotation. Mais le tambour de ce treuil est en deux parties entre lesquelles se trouve placé l'engrenage de commande de manière à répartir l'effort sur les deux extrémités de l'arbre de ce tambour double.

L'arbre de l'armature du moteur est accouplé à une double vis suivant le système décrit ci-dessus, et le manchon d'accouplement sert de poulie de frein. L'inverseur et la bande du frein sont actionnés par une corde et une poulie.

Dans le cas où le frein est libéré par un électro, celui-ci est monté en dérivation entre la ligne et l'inverseur par les contacts du régulateur, ainsi qu'on peut le voir sur le schéma (fig. 43) des communications électriques.

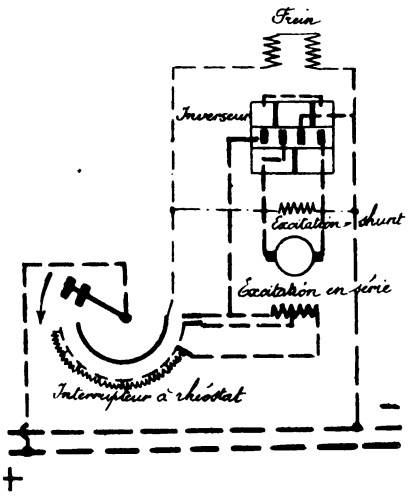


FIG. 43. — Ascenseur avec interrupteur circulaire, système Whittier.

Le moteur a une excitation shunt et une excitation en série.

L'interrupteur se compose, comme on le voit sur le schéma, d'un curseur à double plot relié au fil positif de la source d'électricité et de deux touches circulaires : l'une divisée en plusieurs parties correspondant à des résistances, réunie ensuite au circuit de l'excitation série, de l'inverseur, de l'armature et du conducteur revenant au pôle négatif de la source d'électricité; l'autre reliée à son extrémité avec le circuit dérivé qui comprend l'excitation shunt et le frein.

Cet interrupteur est actionné directement par celui qui se sert de l'ascenseur. Quand on fait tourner le curseur dans le sens de la flèche, on met d'abord en circuit l'excitation shunt et le frein magnétique, puis l'excitation série et l'armature en passant par les résistances qui sont graduellement retirées. Quand le curseur arrive à l'extrémité de sa course, l'excitation en série est supprimée et le courant passe seulement dans l'armature.

L'interrupteur étant manœuvré par le voyageur, ainsi qu'il a été dit plus haut, le curseur peut être laissé en un point intermédiaire et on obtient alors une vitesse déterminée, variable suivant la position de ce curseur.

L'arrêt de sécurité à fond de course est obtenu par un écrou mobile sur l'arbre fileté des tambours qui, le cas échéant, actionne la poulie à corde par un train d'engrenages.

Sous chaque tambour est un levier qui produit l'arrêt en cas de mollissement du câble.

Ascenseur avec manœuvre par corde des commutateurs et manœuvre automatique du rhéostat.

Le tambour du treuil est toujours mis en mouvement par un moteur électrique compound.

Sur l'arbre du tambour est montée une poulie folle que l'on fait tourner à l'aide d'une corde et qui commande le frein et les appareils de manœuvre électrique.

Ces appareils consistent, ainsi que l'indique la figure schématique 44, en :

1° Un inverseur I mû par la poulie *p* dont il vient d'être question;

2° Un interrupteur *i* mû par l'inverseur;

3° Un rhéostat R dont le bras de contact *b* est déplacé automatiquement par le plongeur d'un solénoïde S.

L'inverseur I ferme l'interrupteur *i* dans ses positions extrêmes et l'ouvre dans sa position moyenne.

L'interrupteur *i* en se fermant, met en circuit le solénoïde S.

La poulie de commande *p*, dans ses positions, *montée* ou *descente*, libère le frein et met en circuit :

D'une part, l'excitation shunt *(fil pointillé)* ;

D'autre part, l'excitation en série, l'armature et le rhéostat qui est graduellement supprimé *(traits interrompus)*.

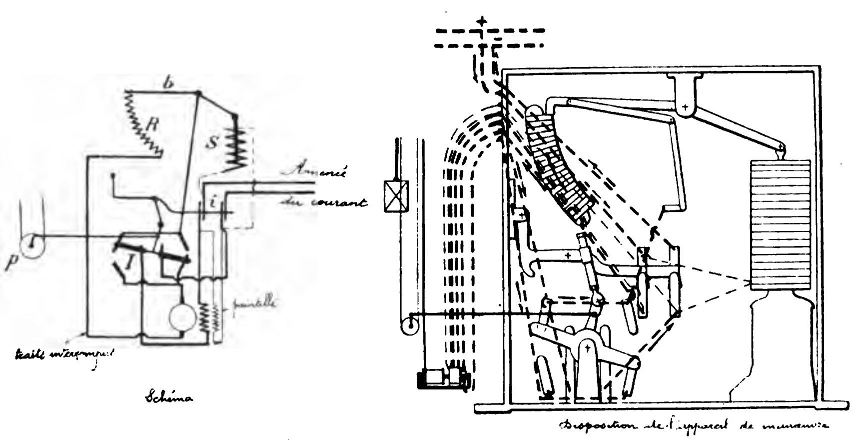


Fig. 44. — Ascenseur système Sée.

Quand le courant est coupé, le bras *b* du rhéostat revient automatiquement à sa position initiale (celle du croquis).

Le treuil porte les dispositifs habituels de sécurité qui sont analogues à ceux des appareils déjà étudiés.

L'arrêt à fin de course est placé sous le tambour et libère un levier à poids qui actionne la poulie de commande du moteur.

Ascenseur électrique à piston articulé.

MM. Roux et Combaluzier construisent des ascenseurs électriques auxquels est appliqué le système de piston articulé déjà décrit à l'oc casion des ascenseurs hydrauliques.

La figure 45 représente la vue générale d'un de ces ascenseurs électriques dont le moteur à faible vitesse (600 tours par minute) attaque par vis sans fin une roue à 100 dents calée sur l'arbre même de la roue à encoches engrenant la tige à éléments articulés.

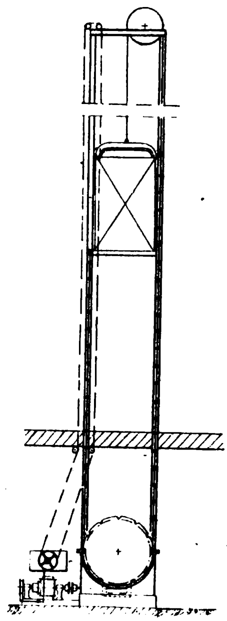


Fig. 45.

La mise en marche et l'arrêt du moteur peuvent être provoqués, comme pour les ascenseurs hydrauliques, en tirant sur une corde (cas du croquis), ou électriquement en pressant des boutons.

Les connexions sont établies de telle sorte que la manœuvre de la corde ou des boutons influe *directement* sur le commutateur à rhéostat, mais en ne provoquant que la première phase du mouvement. On ferme ainsi le circuit du moteur qui tourne lentement et achève lui-même la manœuvre en supprimant les résistances et en déplaçant la manette d'une façon déterminée, régulière, indépendante de la manœuvre elle-même qui peut être brusque ou faite à demi seulement.

Ascenseur avec moteur démarrant à vide.

Cet ascenseur, dû à MM. Geiger, Feske et Cie, présente la particularité que le moteur démarre à vide et qu'il est embrayé avec l'engrenage de commande du treuil pendant le temps qui s'écoule entre son départ à vide et son fonctionnement à vitesse normale.

Le tambour est commandé par un engrenage intérieur et un engrenage à vis.

La manœuvre se fait par une poulie à corde.

Ascenseur avec moteur actionné par un transformateur.

Dans ce type d'ascenseur, le moteur électrique M du treuil (fig. 46) n'est pas alimenté directement par le courant du secteur mais par celui

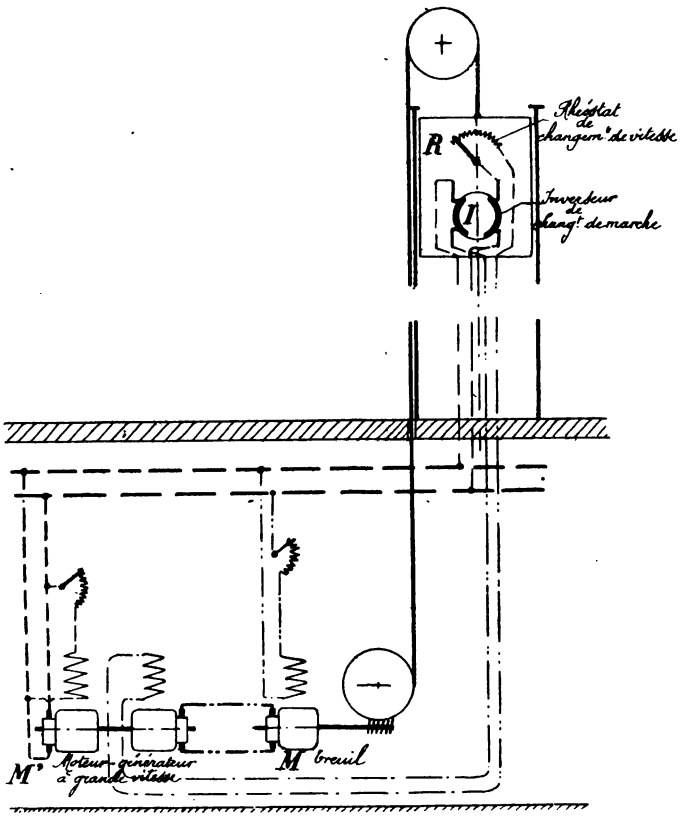


FIG. 46. — Ascenseur système Léonard, installé par la maison Otis.

que fournit un moteur générateur M' à grande vitesse qui reçoit le courant du secteur.

Ce moteur se compose généralement d'une réceptrice montée sur le même arbre que la génératrice qu'elle conduit. Les balais de la génératrice sont directement reliés à ceux du moteur M.

La réceptrice est à excitation dérivée; elle tourne constamment. Dans l'inducteur de la génératrice est intercalée une résistance variable R à l'aide de laquelle on modifie le voltage et l'intensité du courant que fournit cette génératrice, ainsi qu'un inverseur pour changer la direction du courant.

L'emploi d'une réceptrice tournant à grande vitesse a pour but de diminuer le poids et l'encombrement de la machine.

Quant au moteur du treuil, il est à excitation dérivée branchée directement sur les conducteurs de la source d'électricité avec résistance d'excitation permettant de faire varier la vitesse de ce moteur pour un voltage donné.

Deux conducteurs branchés sur la ligne de la source d'électricité et ceux venant de l'inducteur de la génératrice aboutissent à la cabine où, au moyen de l'inverseur I et du rhéostat R, on peut modifier la polarité et l'intensité du champ de cette génératrice et, par suite, faire varier le sens et le voltage du courant fourni au moteur M du treuil.

Ce dernier tourne donc dans un sens ou dans l'autre à la vitesse voulue.

L'avantage de cette combinaison, qui paraît compliquée à première vue, consiste dans la possibilité de faire varier le voltage du courant fourni au moteur M suivant la vitesse qu'on veut obtenir.

Au départ, ou quand on tourne à faible vitesse, ce voltage est très faible, mais, comme la résistance est également très faible, le courant est assez puissant pour produire le coup de collier nécessaire au démarrage.

En augmentant le voltage on accroît la vitesse du treuil, et l'énergie fournie au moteur est toujours proportionnelle au travail que l'on produit; aucune puissance n'est perdue dans les résistances en série que l'on est obligé d'intercaler dans les autres systèmes, et la vitesse peut être plus exactement réglée.

Ascenseur avec relais simple.

Ce système, imaginé par la maison Édoux et Cie et représenté schématiquement figures 47, 48, 49 et 50, consiste dans l'emploi d'un seul organe intermédiaire entre la personne qui veut mettre en marche ou arrêter l'ascenseur, et le moteur qui commande le treuil.

Voici quelques dispositifs conçus dans cet ordre d'idées.

La manœuvre se fait par une tige *t* équilibrée, mais cette tige, au lieu d'actionner un levier qui se déplace sur un commutateur inverseur circulaire, porte une traverse sur laquelle sont montés trois ressorts *a*, *b*, *c* (fig. 47), qui viennent s'introduire à frottement entre des barrettes r_1, r_2, r_3, ou *r*, *r'*, *r''*, quand on la pousse ou quand on la remonte à fond. Lorsqu'on la place dans une position moyenne, un seul ressort est utilisé pour réunir les barrettes r_4.

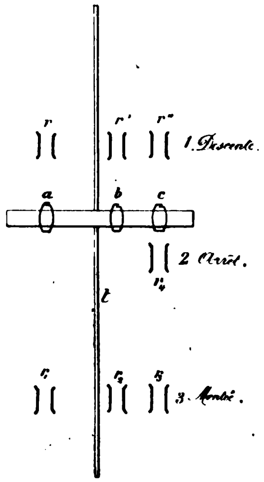


FIG. 47.

En établissant des contacts entre des barettes de chaque rangée horizontale par l'introduction des ressorts entre elles, on produit les ouvertures ou fermetures convenables dans les circuits qui y aboutissent.

La position 1 correspond à la mise en descente de la cabine, la position 2 à l'arrêt et la position 3 à la mise en montée.

La figure 48 donne le schéma des communications établies entre les deux pôles du secteur (+ et —), le commutateur dont il vient d'être parlé, l'inducteur A du moteur, l'armature B de ce moteur et le relais à solénoïde IS.

1° Descente de la cabine.

Les ressorts du commutateur ont établi les communications entre les barrettes *r*, *r'*, *r''* (fig. 48).

On voit que le courant partant du pôle + ne peut suivre d'abord que le parcours indiqué par les flèches 1 (le relais SI n'étant pas actionné). Il passe dans l'inducteur A qu'il excite, et arrive au relais S, puis retourne au pôle négatif (—).

Ce n'est qu'après que le courant a parcouru le solénoïde S (et par conséquent que l'inducteur A est excité), que l'armature B reçoit le courant. En effet, le plongeur du solénoïde S, attirant le levier I, ferme le circuit de cette armature et le courant y circule dans le sens des flèches 2. Avant d'entrer dans l'armature, il traverse un rhéostat E de démarrage. La rotation s'effectue dans le sens de la flèche.

Sur l'arbre de l'armature est monté le régulateur centrifuge R dont les boules s'écartent dès que le moteur a pris sa vitesse normale et ferment, par l'interrupteur *a*, un circuit monté en dérivation sur le solénoïde S et l'interrupteur r''; ce circuit comprend un solénoïde K qui, en attirant une armature, annule le rhéostat de démarrage en le shuntant.

Enfin, quand on déplace la tige de manœuvre, ce qui interrompt les circuits en r, r' et r'', le noyau du solénoïde S cesse d'être attiré; le levier I, rappelé par le ressort *g*, vient au contact du plot *c* et ferme

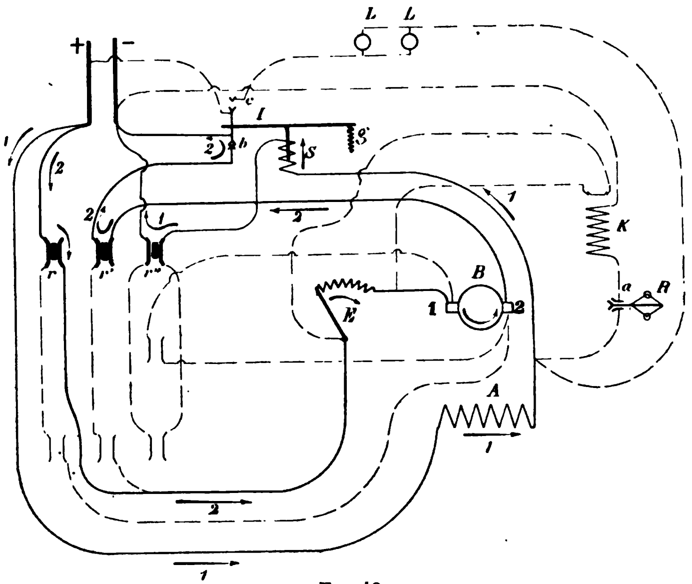


FIG. 48.

le circuit de deux lampes à incandescence LL montées en dérivation sur le circuit de l'inducteur et qui reçoivent l'extra courant de rupture de ce circuit.

2° ARRÊT DE LA CABINE.

La figure 49 donne le schéma des communications quand on a amené la tige de manœuvre à sa position moyenne pour l'arrêt. Des trois ressorts que porte cette tige, un seul est utilisé et vient entre les deux barrettes r_4.

Dès lors, on remarquera que le courant qui circulait du pôle + au pôle — en passant par l'inducteur, ne suit plus le même parcours que tout à l'heure après sa sortie de l'inducteur, puisque la communica-

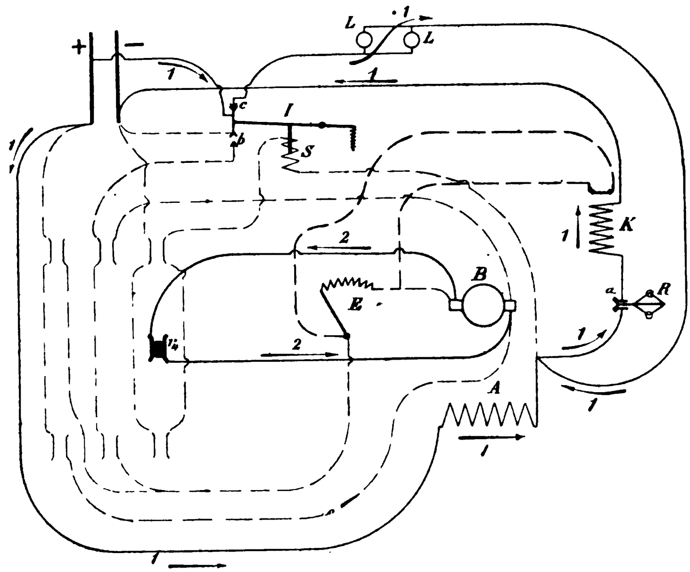


FIG. 49.

tion a été interrompue en r''. Il revient au pôle négatif en passant (comme l'indique les flèches 1) par la dérivation contenant la résistance K. Ce chemin continue à être ouvert au courant puisque l'armature B, tournant en vertu de sa vitesse acquise, le régulateur R maintient toujours fermé l'interrupteur a; par conséquent, l'inducteur reste toujours excité, mais avec moins d'intensité à cause de la résistance K intercalée.

Quant au courant qui circulait précédemment dans l'armature B, il a été coupé par l'interruption des communications en r et r', mais cette armature a été mise en court circuit (flèches 2) par la réunion des deux barrettes r_1. Par suite, le moteur s'arrête. Dès que sa vitesse a suffisamment diminué, le régulateur à boules R ouvre l'interrupteur a, ce qui rompt le courant dans la dérivation contenant la résistance K et, par conséquent, fait cesser l'excitation de l'inducteur, inutile pendant l'arrêt.

3° MONTÉE DE LA CABINE.

Enfin, la figure 50 représente le schéma des communications quand on a amené la tige de manœuvre dans la position correspondante à la montée, c'est-à-dire lorsque les ressorts que porte cette tige sont venus entre les barrettes r_1, r_2, r_3.

Les effets sont à peu près les mêmes que ceux décrits plus haut pour la position descente; c'est-à-dire que l'inducteur A se trouve

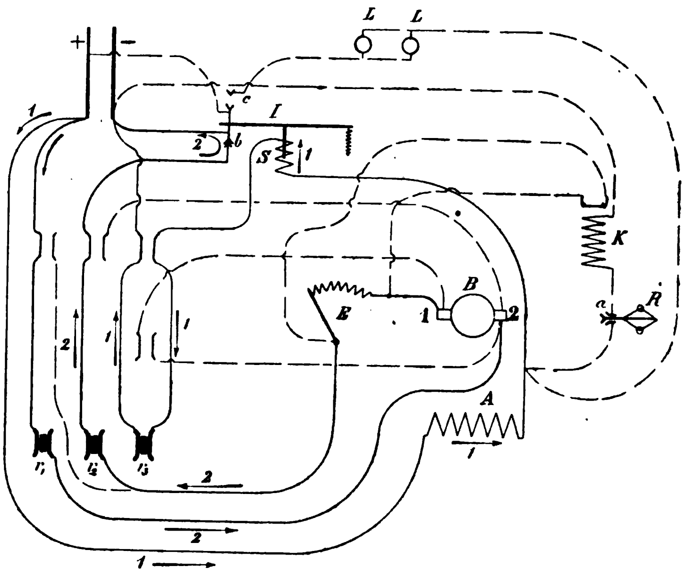


FIG. 50.

d'abord excité par le courant circulant du pôle + au pôle —, en passant successivement (ainsi que le montre les flèches 1) par l'inducteur A, le solénoïde S et les barrettes r_3.

Le solénoïde attire son plongeur, ce qui fait basculer le levier I et achève de fermer le circuit de l'armature déjà établi en deux autres points r_1 et r_2. Le courant circule donc dans le circuit suivant le sens indiqué par les flèches 2, c'est-à-dire dans un *sens inverse* de celui où il circulait dans le cas de la descente (voir schéma fig. 48).

Le moteur tourne donc aussi en sens contraire de celui où il tour-

nait pour la montée, et le courant n'est pas introduit avec toute son intensité puisque le rhéostat de démarrage E a été intercalé dans le circuit. Puis, comme nous l'avons déjà expliqué, l'armature prenant sa vitesse normale, le régulateur à boules R entre en jeu : il ferme le circuit dérivé du rhéostat E dont il annule ainsi l'action, et il ferme la dérivation contenant la résistance K afin de permettre de continuer l'excitation de l'inducteur quand on coupera le circuit en r_3 pour l'arrêt.

Il résulte bien de ces explications que nous venons de donner que, grâce au relais employé pour la fermeture du circuit de l'armature et aux rhéostats intercalés dans les circuits, le courant n'est introduit que successivement et progressivement en l'ordre voulu, dans l'inducteur et dans l'armature, et qu'il est interrompu de même sans qu'il dépende de celui qui manœuvre la tringle de commande d'accélérer ou de ralentir ces introductions et interruptions successives, ni même de changer leur ordre rationnel. On peut même tirer brusquement la tringle sans crainte de créer des dérangements; c'est le point essentiel à atteindre dans le cas d'un ascenseur livré au public.

Ascenseurs avec relais double.

Voici un deuxième système de monte-charges électrique, construit par la maison Sautter-Harlé, qui est caractérisé par l'emploi d'un relais système Sautter-Harlé, Savatier et de Lagabbe pour l'introduction successive du courant dans l'inducteur et l'armature du moteur.

Le moteur qui fait tourner la vis de commande du treuil est *constamment* excité par le courant du secteur.

Un double relais interrupteur envoie le courant à travers l'armature dans un sens ou dans l'autre, et les deux leviers de ce relais, reliés par un ressort commun de rappel, sont enclenchés de manière que l'un d'eux, lorsqu'il est attiré, empêche l'attraction de l'autre pour laisser s'achever un mouvement commencé.

Quand les deux relais sont revenus à leur position normale pour l'arrêt, ils ferment l'armature sur elle-même pour produire le freinage.

Enfin, une résistance est introduite au démarrage et à l'arrêt par un troisième relais monté en dérivation sur l'armature.

Au repos, la palette de ce relais est relevée et laisse en circuit une

résistance de démarrage; elle le shunte et, par suite, l'annule quand, lors de la mise en marche, le moteur atteint une certaine vitesse pour laquelle le courant qui parcourt l'électro est assez puissant pour produire l'attraction de la palette.

A l'arrêt, l'inverse se produit; dès que la vitesse s'est suffisamment ralentie, la résistance est de nouveau introduite en circuit.

On voit que, dans le système dont nous venons d'indiquer le principe, on ne fait pas usage de pièces mécaniques, telles qu'interrupteurs à force centrifuge pour établir où interrompre le courant dans le circuit de l'armature, pièces qui offrent certains inconvénients que nous avons signalés, mais, par contre, si on simplifie le mécanisme, on dépense inutilement du courant pour l'excitation continue de l'inducteur.

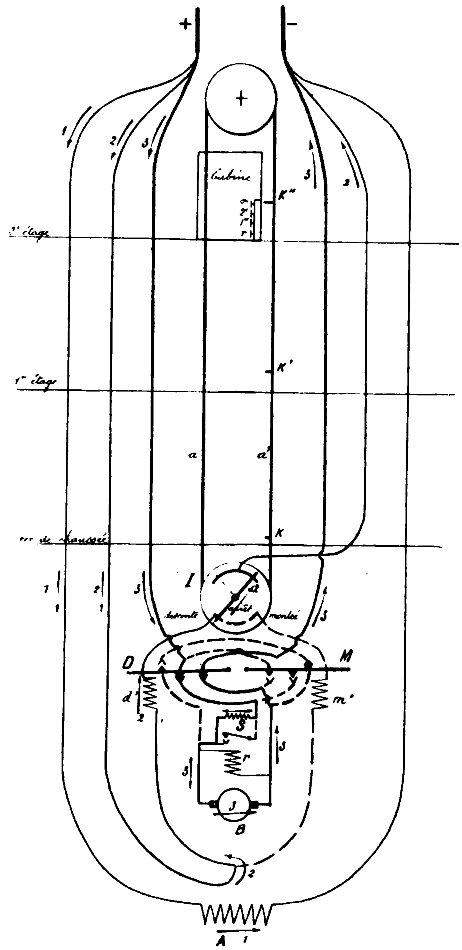


FIG. 51.

Cela étant, la figure 51 donne le schéma d'une manœuvre électrique pour ascenseur ou monte-charges conçue dans l'ordre d'idées susindiqué et dont les mouvements sont commandés par une corde sans fin *aa'* et un commutateur-inverseur I, embroché sur le circuit commun des deux relais M (montée) et D' (descente). *m'* et *d'* repré-

sentent les électros de ces relais dont les palettes portent trois contacts reliés entre eux et avec l'interrupteur I et l'armature B du moteur comme l'indique le schéma. *r* est le relais de démarrage et S la résistance qu'il annule quand la vitesse de régime a été atteinte. Enfin A est l'inducteur du moteur.

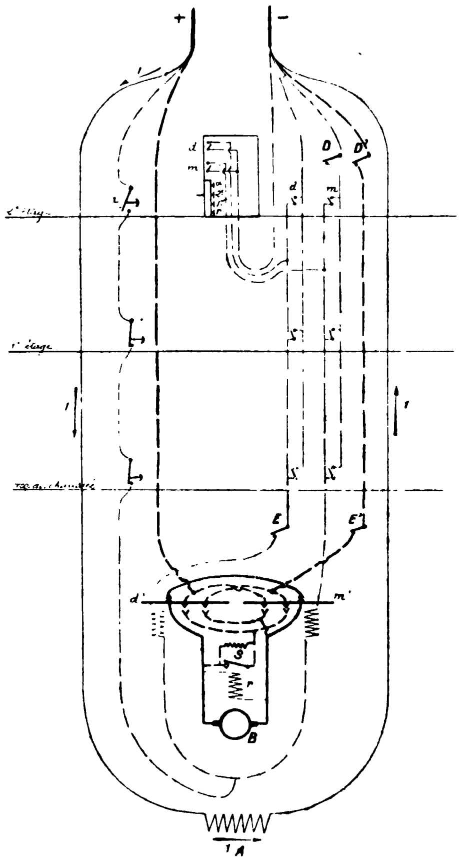


FIG. 52.

Le schéma est établi pour la position descente, au moment du démarrage.

Le courant du secteur partant du fil positif (+) circule, comme on le voit, d'une manière continue, dans l'inducteur A, pour revenir au fil négatif (—); il suit le chemin indiqué par les flèches 1.

L'inverseur I a été amené, au moyen de la corde, dans une position telle que le courant partant de + (flèches 2) revient à — en traversant l'électro *d'*, ce qui fait basculer la palette de cet électro et établit des contacts convenables pour que le courant, partant toujours de +, revienne en —, en passant à travers l'armature B du moteur et la résistance (en dérivation S) comme l'indiquent les flèches 3.

Le moteur tourne donc dans le sens indiqué par les flèches, et quand le courant, passant par le relais *r*, sera assez intense, ce relais fonctionnera et annulera la résistance S.

Il est facile de comprendre comment, en changeant la position du levier de l'inverseur I, on modifierait le sens de marche du courant dans le circuit de l'armature et, par suite, le sens de sa rotation.

Pour l'arrêt automatique aux étages, le câble de manœuvre *aa'* porte une série de boutons K, K' K'', disposés dans des plans différents, et rencontrés à temps voulu par une série de tocs enclenchés entre eux, que l'on fait saillir en poussant sur des boutons fixés à l'intérieur de la cabine. Celle-ci entraîne donc avec elle le câble qui agit comme il a été expliqué plus haut.

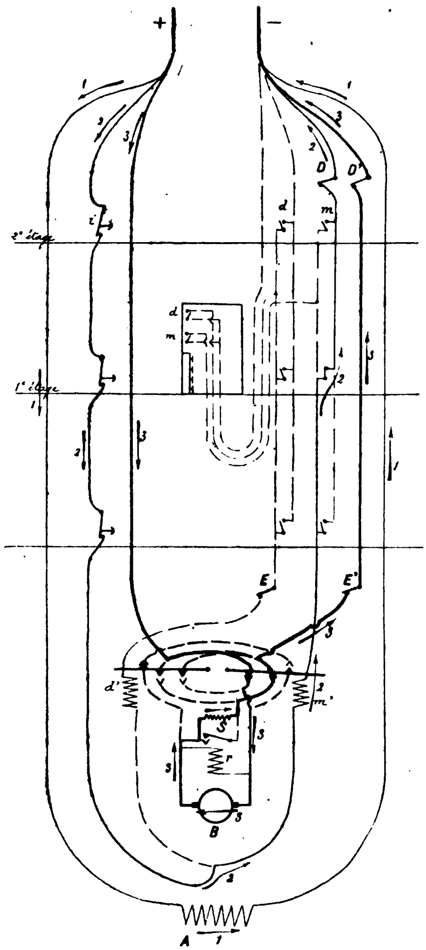


Fig. 53.

Les figures 52, 53 et 54 sont les schémas de distribution du courant, dans le cas d'application d'une manœuvre électrique au même système d'ascenseur.

La cabine actionne, à fond de course, en haut, en cas d'oubli, deux interrupteurs de sécurité D et D', coupant, le premier (D), le circuit du relais « montée », le deuxième (D'), le circuit de l'armature.

Cette cabine est supposée équilibrée par un contrepoids, qui arrive à fond de course supérieure quand la cabine est à fond de course inférieure; dans cette position, le contrepoids agit sur deux interrupteurs

de sécurité EE′ placés respectivement sur les circuits de relais « descente » et de l'armature.

(Pour la facilité de la lecture des dessins, ces interrupteurs EE′ ont été représentés en bas, alors qu'en réalité ils se trouvent en haut).

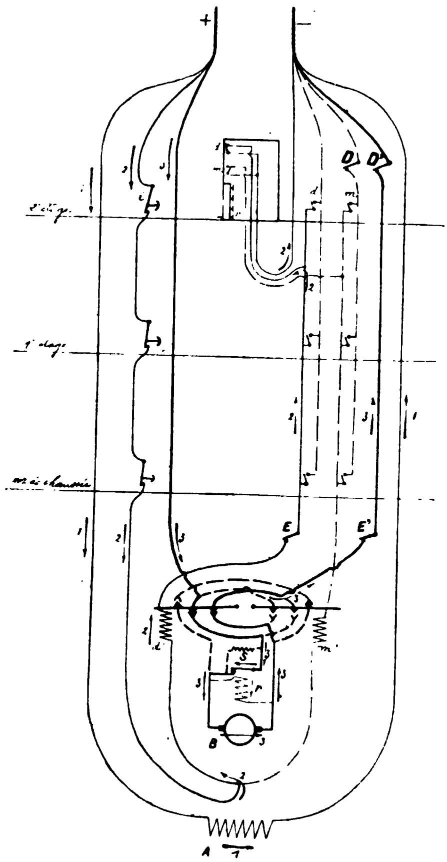


Fig. 54.

La cabine est reliée constamment aux circuits fixes par un câble volant.

Dans cette cabine, un bouton *m* de montée et un bouton *d* de descente sont reliés aux boutons semblables des étages; de plus, une série de boutons *r*, 1, 2 et *α* enclenchés entre eux, et en nombre égal à celui des étages plus un, commandent des tocs d'arrêt automatique.

Le long de la cage de l'ascenseur, une série d'interrupteurs, disposés à chaque étage, et embrochés en tension sur le circuit commun aux deux relais, coupent le courant pour l'arrêt automatique, quand ils sont rencontrés par le toc correspondant de la cabine.

Enfin, à chaque étage, un bouton *m* de montée et un bouton *d* de descente permettent la manœuvre de cet étage.

Pour produire une manœuvre du palier d'un des étages desservis, il faut :

1° Appuyer sur un des boutons, ce qui ferme le circuit d'un des relais qui, à son tour, ferme le circuit de l'armature;

2° Maintenir la pression pendant toute la durée du mouvement;

3° Cesser la pression pour l'arrêt, ce qui coupe le circuit du relais qui, à son tour, coupe le circuit de l'armature.

Pour produire une manœuvre de l'intérieur de la cabine, il faut :

1° Appuyer sur le bouton portant le numéro de l'étage où on veut s'arrêter;

2° Maintenir la pression du bouton jusqu'au moment de l'arrêt;

3° Appuyer sur le bouton α avant de sortir de la cabine, ce qui fait éclipser le taquet saillant qui a produit l'arrêt, en fermant ainsi, à nouveau en ce point, le circuit des relais.

Ceci posé, le schéma (fig. 52) indique comment circule le courant lorsque *l'ascenseur a été arrêté;* la cabine vient d'atteindre le deuxième étage; le toc (2e) est encore saillant et le poussoir *i* chassé en arrière a ouvert le circuit des relais.

Les conducteurs tracés en traits pleins sont seuls parcourus par le courant. L'inducteur A est excité d'une manière permanente (flèches 1); l'armature B a été mise en court circuit.

(Quand on aura poussé le bouton α, le taquet poussoir *i* reprendra sa position normale, ce qui fermera le circuit des relais, actuellement ouvert).

Le schéma (fig. 53) donne le parcours des courants dans le cas de la *montée de la cabine* au moment où se fait le démarrage.

Les fils représentés en traits pleins sont ceux où circulent les courants.

On a produit le mouvement de montée en appuyant sur le bouton du palier du 1er étage.

L'inducteur A est parcouru d'une façon constante par le courant du secteur (flèches 1).

Le circuit des poussoirs *i* et des boutons *m* étant formé par la manœuvre du bouton *m* du 1er étage, le courant du secteur suit le chemin indiqué par les flèches 2, l'électro *m'* est actionné, et le relais établit alors les communications nécessaires pour la circulation du courant dans le sens indiqué par les flèches 3. L'armature B est donc parcourue par le courant et tourne de droite à gauche. Sa vitesse n'est pas encore assez grande pour que le relais *r* mette hors circuit la résistance de démarrage intercalée dans le circuit de l'armature.

Le schéma (fig. 54) s'applique au cas de l'ascenseur *en descente et en pleine marche.*

La manœuvre a été provoquée de l'intérieur de la cabine en appuyant sur le bouton *d* après avoir pressé sur le bouton *r* d'arrêt automatique au rez-de-chaussée.

L'inducteur A est toujours excité en permanence par le courant du secteur circulant dans le sens des flèches 1.

Le bouton *d* de la cabine a fermé le circuit des poussoirs *i* et des boutons « descente », ce qui permet au courant de circuler dans ce circuit suivant le sens des flèches 2 (gros traits). L'armature B est parcourue par le courant dans le sens opposé à celui où il circulait pendant le mouvement de descente, c'est-à-dire de gauche à droite. La vitesse de l'armature est supposée avoir acquis son régime normal, ce qui a produit le fonctionnement du relais *r* et la mise hors circuit de la résistance de démarrage S.

On remarquera que cette obligation de maintenir la pression du bouton montée ou descente pendant toute la durée du trajet est un inconvénient dans le cas où la manœuvre électrique que nous venons de décrire est appliquée, non plus à un monte-charges, mais à un ascenseur proprement dit.

Ascenseur avec manœuvre automatique du rhéostat.

Cet ascenseur se compose d'un treuil mû par un moteur série qui ne peut être mis en marche sans que la résistance ait été introduite dans le circuit.

La figure 55 donne la disposition schématique des circuits.

Le curseur C de la résistance R est mû par un solénoïde S monté en dérivation sur l'induit du moteur M.

Dans la position indiquée sur la figure, le noyau du solénoïde étant attiré, la résistance est en circuit; quand, au contraire, il passe un courant dans le solénoïde, la résistance est mise hors circuit. On voit ainsi que la résistance n'est retirée que lors de la mise en marche du moteur et progressivement à mesure que la vitesse de ce dernier s'établit et que la tension s'élève à ses bornes.

Si le moteur se calait par une cause quelconque, la résistance se trouverait introduite aussitôt.

Une pompe à air P dont le piston est relié au curseur permet de régler la vitesse du mouvement de sortie de la résistance.

APPLICATION A LA MANŒUVRE D'UN MONTE-CHARGES

Ce système a été modifié en vue de son application à la manœuvre d'un monte-charges devant fonctionner avec un moteur-série de 450 volts.

La figure 56 donne le schéma de la disposition qui a été adoptée en vue de produire automatiquement, *sans à-coup sur le réseau de dis-*

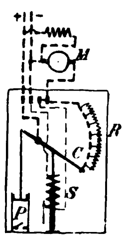


FIG. 55.

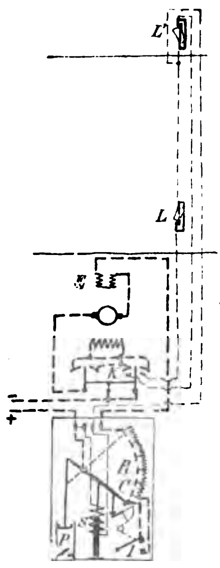


FIG. 56.

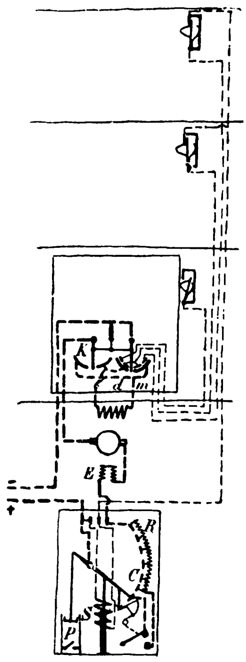


FIG. 57.

Ascenseur système Perret.

tribution, la mise en marche de l'appareil et son arrêt aux fins de course.

Le moteur étant à 450 volts, ainsi qu'il vient d'être dit, on a adjoint au circuit de la résistance R un interrupteur à charbon I manœuvré par le curseur C. Ce dernier ouvre l'interrupteur après avoir

introduit toute la résistance, et le ferme à son départ en sens inverse.

L'écartement des deux blocs de charbon de l'interrupteur est produit par le choc du curseur C arrivant à fin de course.

On remarquera que le solénoïde S, au lieu d'être branché en dérivation aux bornes de l'armature du moteur (comme dans le schéma fig. 55) reçoit le courant de la canalisation. Ce courant lui arrive de l'un des pôles (le pôle — dans le cas du schéma) par l'intermédiaire de deux interrupteurs L et L' placés chacun à l'une des extrémités de la course du monte-charges.

Ces interrupteurs sont constitués par un contact mobile repoussé par la cage quand elle arrive à sa hauteur, de façon à interrompre le courant.

D'autre part, ces interrupteurs sont reliés à deux touches placées sur un commutateur de direction K, de sorte que le courant ne parvient qu'à celui des deux interrupteurs qui doit provoquer l'arrêt du monte-charges.

Il suffit donc de manœuvrer ce commutateur K : la direction étant donnée, le courant passe dans le solénoïde qui attire son noyau ; le circuit du moteur se trouve fermé, puis la résistance de mise en marche est progressivement retirée avec une vitesse réglée par la pompe à air P, et telle que le courant de démarrage n'atteigne pas une intensité suffisante pour influencer la tension de distribution du secteur.

La cage, arrivant à fin de course, rompt, par l'interrupteur (L ou L'), le circuit du solénoïde : ce dernier laisse retomber brusquement son noyau, la résistance R est introduite d'un seul coup et le courant principal est coupé.

Pour que le système fonctionne bien, il faut employer un moteur série dont la vitesse soit suffisamment constante pour que la cage ne franchisse pas des espaces variables pendant le temps qui s'écoule entre la rupture du circuit du solénoïde et celle du circuit du moteur : autrement les points d'arrêt ne seraient pas fixes.

De plus, pour permettre à l'arrêt d'être brusque sans que l'appareil subisse de secousses préjudiciables, on a adopté les dispositions mécaniques suivantes :

Le moteur met en mouvement une vis sans fin qui fait tourner une vis hélicoïdale dont l'axe porte une noix. Sur cette noix passe une chaîne portant à l'une de ses extrémités la cage de l'appareil et l'autre un contrepoids qui équilibre la cage et la moitié de la charge

normale, de sorte que le moteur effectue, à la montée comme à la descente, un travail égal au levage de la moitié de la charge.

Le moteur entraîne la vis sans fin au moyen d'un embrayage conique, et l'embrayage est effectué par un électro-aimant E, en série avec le moteur. Les cônes peuvent tous deux glisser sur leurs clavettes ; celui qui se trouve sur l'arbre du moteur est arrêté d'un côté par un écrou dont la position limite la course, et de l'autre par le cône qui se trouve sur l'axe de la vis sans fin. Celui-ci est mû par la fourchette d'embrayage dont l'axe porte clavetés une palette de fer sur laquelle agit l'électro pour effectuer l'embrayage, et un levier avec un contrepoids qui agit en sens inverse. Ce levier a pour effet d'assurer le débrayage et d'immobiliser en même temps le cône de la vis en l'appliquant contre un troisième cône fixe porté par le bâti. Donc la cage s'arrête aussitôt que le courant est coupé, tandis que le moteur, seul organe de l'appareil qui possède une force vive considérable, continue à tourner avec son cône; un ressort, logé entre l'écrou d'arrêt et ce cône, le maintient en contact avec celui de la vis, ce qui donne lieu à un frottement beaucoup trop faible pour produire l'entraînement, mais qui constitue un frein suffisant pour empêcher le moteur de tourner trop longtemps à vide.

APPLICATION A UN ASCENSEUR.

Si on voulait se servir de l'appareil que nous venons de décrire, pour desservir plusieurs étages, ou comme ascenseur dans une maison, il faudrait disposer sur le commutateur de direction autant de touches dans chaque sens qu'il devrait y avoir d'arrêts, chacune d'elles étant reliée à l'étage correspondant à un contact commandant le circuit du solénoïde et repoussé par la cage lorsqu'elle y arrive (fig. 57) Ce commutateur devrait être installé dans la cabine et relié aux circuits fixes par un câble, ce qui présente une difficulté en pratique. De plus, il ne pourrait être manœuvré de l'extérieur de la cage, ce qui exigerait la présence d'un homme circulant dans la cabine et spécialement chargé de la conduite de l'appareil.

Ascenseur à écrou et à mouflage, système Sprague.

MANŒUVRE PAR SERVO-MOTEUR.

Dans ce système, le câble de suspension de la cabine n'est plus enroulé ou déroulé sur un tambour de treuil, mais il est attaché à des moufles composées de poulies fixes et de poulies mobiles montées sur un écrou que traverse une vis horizontale de 4 à 5 mètres de longueur. Cette vis reçoit un mouvement de rotation d'un moteur électrique (fig. 59). Si on est obligé de disposer la vis verticalement, on la fait tourner par l'intermédiaire d'un engrenage d'angle.

Quelle que soit la disposition, la vis, en tournant dans un sens convenable, force l'écrou à se déplacer en écartant les poulies montées sur lui, ce qui produit la traction du câble de la cabine et, par suite, le soulèvement de cette dernière.

La cabine descend par son propre poids et produit ainsi l'entraînement de l'écrou en provoquant la rotation de la vis et, par suite, de l'armature du moteur. Cette armature, mise en court circuit sur une résistance et tournant dans le champ magnétique de l'inducteur dont on maintient l'excitation, joue ainsi le rôle de frein.

La cabine peut être équilibrée partiellement, mais la charge n'est pas contre-balancée ; si on voulait remplir cette dernière condition, il faudrait modifier l'appareil pour permettre au moteur de travailler dans les deux sens.

ÉCROU MOBILE.

La figure 58 donne la vue en coupe de l'écrou mobile portant les poulies et de la vis qui le traverse. Il se compose de trois parties, savoir :

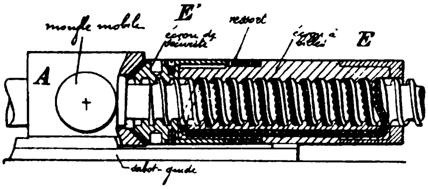


FIG. 58.

La première A, qui porte les poulies, est percée d'un trou lisse d'un diamètre supérieur à celui de la vis sur laquelle elle peut, par conséquent, glisser ; elle est guidée dans son mouvement de translation,

et appuie par une portée conique sur la deuxième partie E′ que nous appellerons écrou de sécurité.

Cette deuxième partie d'écrou, E′, peut glisser légèrement sur la vis, et elle est reliée à l'écrou proprement dit E, par un fort ressort en spirale.

Entre l'écrou E et la vis sont les billes d'acier qui, après avoir passé autour d'une douzaine de filets, circulent dans un canal tubulaire de l'écrou. Cette disposition a pour but de diminuer les frottements.

La portion d'écrou E′ intercalée entre l'écrou proprement dit E et la partie A sert d'appareil de sécurité en cas de mou du câble ou d'effort anormal.

Quand tout se passe normalement, la vis mise en rotation par le moteur produit l'avancement de l'écrou E qui pousse devant lui la partie E′, laquelle à son tour pousse la partie A, ce qui tend le câble pour la montée de la cabine. Quand, au contraire, celle-ci descend, elle entraîne la partie A qui pousse devant elle les parties E′ et E, ce qui produit la rotation de la vis.

Mais si le câble venait à mollir, le ressort qui était comprimé par la pression de E′ se détendrait et réagirait sur la partie A pour la repousser, de manière à retendre le câble ; en même temps, la partie E de l'écrou n'exercerait plus sur les filets de la vis un serrage suffisant pour faire tourner cette vis. Le mouvement serait donc arrêté.

Si, au contraire, pendant la montée de la cabine, celle-ci était arrêtée dans son mouvement, la partie A qui était poussée de la droite vers la gauche opposant une résistance considérable due à la tension du câble et la vis continuant à tourner, la partie E de l'écrou en se déplaçant comprimerait le ressort, et il se produirait alors, entre la vis et l'écrou, une adhérence suffisante pour que ce dernier tourne sur la vis sans avancer.

PARTIE MÉCANIQUE ET ÉLECTRIQUE.

La figure 59 donne une vue schématique des parties mécanique et électrique. On voit que, entre l'extrémité de la vis et son accouplement élastique avec le moteur, on a placé un frein à bande actionné par un électro à enroulement compound.

L'enroulement en série avec celui du moteur principal permet de libérer le frein dès que le courant passe dans ce moteur, tandis que l'enroulement en dérivation est gouverné par un petit régulateur cen-

trifuge monté sur le moteur. Quand la vitesse s'accroît par trop, le circuit dérivé est coupé automatiquement par le régulateur et le frein est serré.

Les appareils de commande électrique figurés sur le croquis schématique comprennent :

Le rhéostat du moteur principal ;

Le moteur pilote qui commande la manivelle de ce rhéostat et qui a un double enroulement série ;

Un commutateur cylindrique, commandé également par le moteur pilote, est relié à l'interrupteur placé dans la cabine ;

Un interrupteur I qui sert à isoler la ligne du rhéostat et à relier ce dernier aux bornes du moteur principal quand la cabine descend.

Il n'y a pas d'inverseur de courant, puisque, ainsi qu'il a été dit plus haut, le moteur principal n'est parcouru par le courant du secteur que dans un seul sens (pour la montée de la cabine).

Ceci posé, on peut se rendre compte, à l'inspection du croquis (fig. 59) de la composition des circuits.

Un premier circuit (gros fil, traits interrompus) partant du fil positif de la source d'électricité comprend le coupe-circuit automatique de fin de course de l'écrou mobile (limite supérieure), l'enroulement série de l'électro du frein, l'enroulement série du moteur principal, l'armature de ce moteur, le rhéostat, l'interrupteur I qui relie ce rhéostat avec le fil négatif de la source d'électricité.

Un deuxième circuit dérivé (traits interrompus) partant du fil positif en *a* comprend l'excitation shunt du moteur principal et passe ensuite par une résistance régulatrice de la vitesse de la machine, et se raccorde en *b* avec le fil négatif de la source d'électricité.

Le moteur principal est donc constamment excité en dérivation.

Un troisième circuit dérivé, partant du même point *a* que le précédent et aboutissant au même point *b* (traits pointillés) comprend l'interrupteur de la cabine, le commutateur cylindrique *c*, une partie de l'excitation série du moteur-pilote, un frein magnétique *f*.

Enfin, un quatrième circuit réunit l'interrupteur de la cabine à la deuxième partie de l'enroulement série du moteur-pilote.

Voici maintenant comment s'effectuent les manœuvres dans *le cas de la montée de la cabine* (fig. 59).

Le levier du commutateur de la cabine est mis sur le plot « montée » de gauche ;

Un courant traverse le frein du moteur-pilote, l'induit, et l'enroulement supérieur de l'inducteur. Le frein est desserré, et le moteur-pilote, en tournant, entraîne le bras du rhéostat qui, partant de sa position 1, déplace l'interrupteur principal et l'amène à sa position de droite. Le bras continue son mouvement, arrive en 3, et relie ainsi le moteur principal à la source d'électricité, à travers le rhéostat.

Le courant parcourt l'électro du grand frein, qui se desserre et le moteur se met à tourner, le bras du rhéostat supprime graduellement les résistances de démarrage et la vitesse du moteur s'accroît.

Quand le bras a supprimé tout le rhéostat et qu'il est arrivé dans

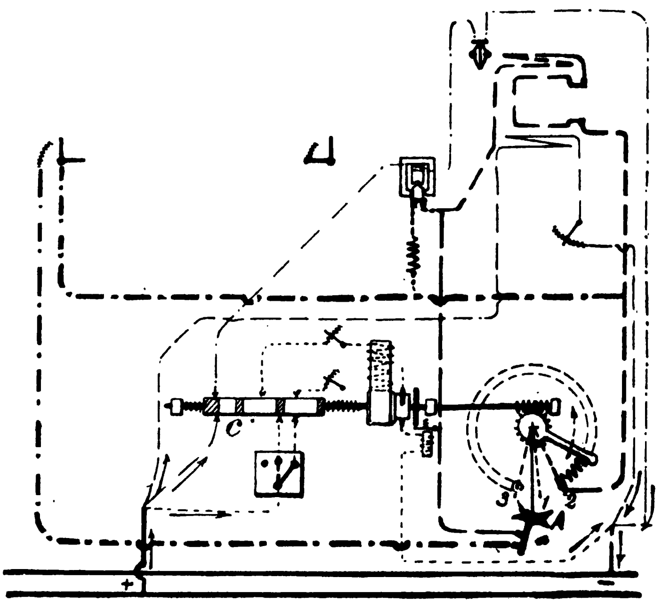


FIG. 59.

sa position 2, le cylindre qui commande les circuits du moteur-pilote, et qui s'est déplacé vers la gauche, supprime le courant dans le petit moteur, qui s'arrête rapidement sous l'action de son frein.

La montée de la cabine continue avec une vitesse constante.

Pour produire l'arrêt à la montée, on amène le levier de la cabine sur le plot du milieu, marqué « arrêt ».

Un courant est envoyé dans le frein, l'armature et l'enroulement

inférieur du moteur-pilote; ce dernier se met à tourner de façon à ramener en arrière le bras du rhéostat et le cylindre-commutateur.

Le bras quitte sa position 2, réintroduit graduellement dans le circuit principal les résistances de démarrage, l'intensité du courant décroît dans le moteur principal et dans son frein, qui se resserre peu à peu.

Puis, le bras arrivé en 3 coupe le circuit en quittant les résistances; *le frein* est alors appliqué par son ressort et *arrête la cabine.*

Le bras continue à tourner et s'arrête dans sa position 1, quand le cylindre a coupé le circuit du moteur-pilote. Celui-ci est arrêté rapidement par son frein, comme précédemment.

Pour produire la descente (fig. 60), le levier de la cabine est amené sur le plot de droite, portant l'indication « descente ». Il envoie un courant dans le petit moteur et son frein en passant par l'enroulement inférieur, comme dans la manœuvre précédente; le bras du rhéostat tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre, et le cylindre-commutateur se déplace vers la droite.

Le bras amène l'interrupteur principal à sa position de gauche, puis il atteint les résistances dans sa position 2, et met à ce moment le moteur en court circuit, sans passer par le premier enroulement du frein. Les résistances sont peu à peu introduites en circuit.

Dès le début du mouvement, le cylindre a fermé le circuit qui contient le deuxième enroulement du grand frein et le régulateur-centrifuge.

Le courant envoyé ainsi annule l'action du ressort et desserre le frein, ce qui permet la descente de la cabine.

Le régulateur-centrifuge maintient le circuit fermé et le frein levé tant que la vitesse n'excède pas une limite voulue.

Quand le bras atteint l'extrémité des résistances dans la position 3, il est arrêté parce que le cylindre coupe le circuit du moteur-pilote, qui est calé par son frein.

ARRÊT A LA DESCENTE.

Le levier de la cabine est ramené sur le plot du milieu et ferme le courant du petit moteur par l'enroulement supérieur, comme lors de la mise en montée.

Le moteur-pilote tourne de manière à déplacer le cylindre de droite à gauche, et le bras du rhéostat dans le sens des aiguilles d'une montre. Les résistances sont peu à peu retirées du circuit, puis le bras ouvre

le circuit du moteur en quittant les résistances; il s'arrête dans sa position 1 quand le cylindre coupe le circuit du moteur-pilote. Au moment où toutes les résistances sont supprimées, et où le circuit principal va être ouvert, le cylindre commutateur coupe le deuxième circuit du frein, et celui-ci se serre pour arrêter la cabine.

En outre des dispositifs de sûreté de l'écrou et des appareils ordinaires de sécurité de la cabine, l'ascenseur a un arrêt automatique à fin de course, en haut et en bas. Le premier, près du palier de butée consiste en un interrupteur mû par la moufle mobile quand elle arrive au bout de sa course et qui ouvre graduellement le circuit principal

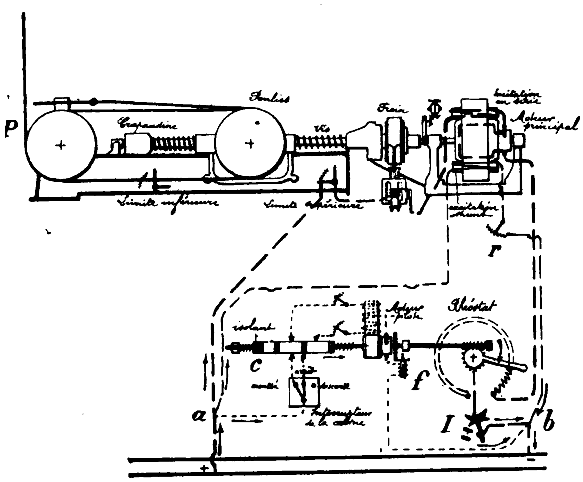


Fig. 60.

à travers une résistance, ce qui arrête le moteur et applique le frein.

L'arrêt de limite inférieure agit de la même manière, mais au lieu d'ouvrir le circuit série du moteur principal (voir fig. 59), il établit un shunt sur le rhéostat (fig. 60 gros traits interrompus -·—·-), et alors le courant qui circule dans l'armature du moteur principal étant plus intense, cette armature qui tourne dans le champ inducteur constitue un frein plus énergique.

L'interrupteur principal I qui doit occuper certaines positions, ainsi qu'il a été expliqué, peut être actionné par une corde ou par tout autre moyen mécanique.

Les avantages principaux du système d'ascenseur que nous venons

de décrire sont : son adaptation aux grandes vitesses et aux grandes courses ; la diminution des pertes d'énergie dues aux frottements ; l'emploi du moteur principal comme frein à la descente de la cabine ; l'utilisation du moteur dans un seul sens, celui qui correspond à la montée de la cabine.

Ascenseur avec relais triple et servo-moteur, système Otis.

Pour bien comprendre le fonctionnement de l'ascenseur avec relais triple et servo-moteur, il est nécessaire de se reporter à la figure 61 qui donne la position schématique de ses divers organes de manœuvre, et qui a été débarrassée de tous ceux dont le rôle est purement mécanique.

La cabine est suspendue à un câble, et le poids mort variable est équilibré à la manière ordinaire par des contrepoids. Ce câble s'enroule sur un tambour de treuil placé au sous-sol, actionné au moyen d'une roue dentée en bronze par une vis sans fin plongée dans un bain d'huile et calée directement sur l'axe de l'armature du moteur électrique.

Le système est pourvu des appareils de sécurité qui ont été décrits précédemment savoir : le frein automatique pour traction inégale ; le frein de sûreté pour vitesse anormale de la cabine.

Le schéma s'applique au cas de la manœuvre électrique par boutons, au nombre de trois, correspondant respectivement à montée, arrêt, descente, et placés :

1° A la disposition du concierge chargé de la surveillance de l'appareil (*m*, *a*, *d*) ;

2° A l'intérieur de la cabine (*m*, *a*, *d*).

Ces derniers boutons sont reliés à ceux du rez-de-chaussée par un fil souple à quatre conducteurs se développant en boucle sous la cabine.

Dans cette dernière se trouvent également une rangée de poussoirs à leviers en nombre égal à celui des étages à desservir (cinq dans l'exemple choisi). Quand on manœuvre l'un de ces poussoirs, on provoque sa saillie à l'extérieur de la cabine et, quand on arrive à l'étage correspondant, cette saillie vient frotter contre un contact qui coupe le courant électrique de la dynamo qui actionne le treuil et provoque l'arrêt du treuil et, par suite, de la cabine.

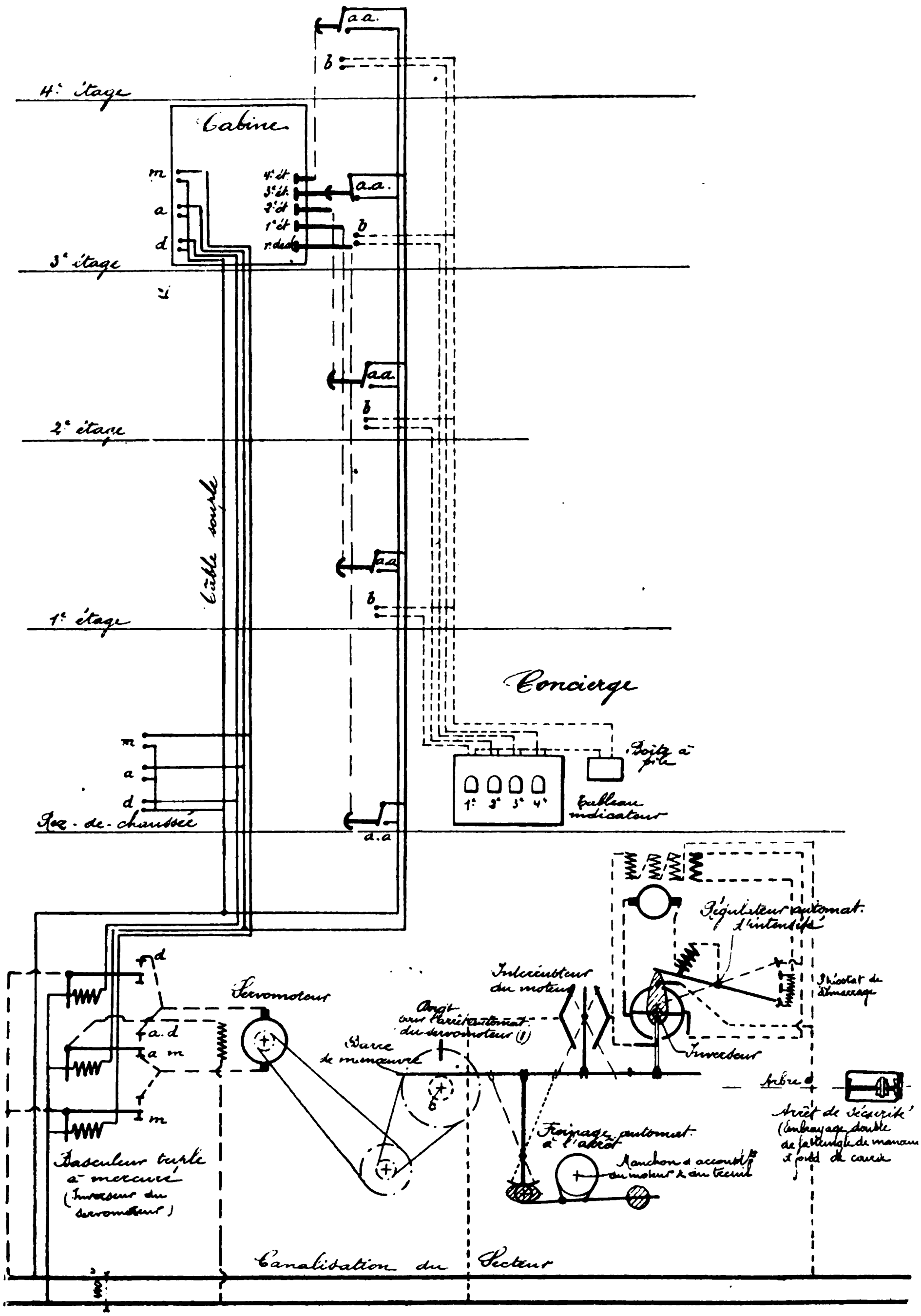


FIG. 61.

LÉGENDE DES ABRÉVIATIONS : *m* Montée ; *d* Descente ; *a* Arrêt ; *aa* Arrêt automatique ; *am* Arrêt à la montée ; *ad* Arrêt à la descente ; *b* Bouton d'appel.

La dynamo, moteur du treuil, est commandée par une petite dynamo spéciale ou servo-moteur mise elle-même en action par un basculeur à mercure. C'est ce dernier qui agit sous l'influence du courant envoyé par la poussée de l'un des boutons (m, a, d) dont il a été question plus haut.

Suivons donc les diverses phases d'une manœuvre :

Un bouton étant poussé, du rez-de-chaussée, de la cabine, ou encore, un des leviers du poussoir de la cabine venant à rencontrer le contact fixe correspondant d'un étage, un courant faible (0,25 ampère) passe dans l'un des trois électro-aimants du basculeur à mercure. Cet électro fait tomber un levier dans un godet à mercure, ce qui a pour effet d'envoyer une fraction dérivée du courant principal dans la petite dynamo auxiliaire ou servo-moteur.

Cette petite dynamo, qui tourne très vite, transmet son mouvement par une corde à boyaux à un train d'engrenages réducteurs et finalement à une *barre de manœuvre* qui, partant d'une position moyenne correspondant à l'arrêt, se déplace vers la droite pour la montée de l'ascenseur, revient à sa position moyenne au moment de l'arrêt, se déplace vers la gauche pour la descente (par suite de la rotation en sens inverse du servo-moteur) et revient à sa position moyenne quand la cabine est arrivée au rez-de-chaussée.

Quand la barre a terminé son déplacement, un doigt interrupteur placé sur la circonférence du volant du train d'engrenages réducteurs coupe à la fois le circuit dans le basculeur à mercure et dans le servo-moteur.

Cette barre de manœuvre transversale commande, par un excentrique, un frein à bande et à contrepoids pouvant agir sur le manchon d'accouplement de l'arbre du moteur et de la vis sans fin : quand elle se déplace vers ses positions extrêmes, elle soulève, par l'excentrique, le contrepoids du levier du frein à bande qui dégage ainsi l'arbre du moteur : quand elle revient à sa position moyenne correspondant à l'arrêt, elle laisse retomber le contrepoids qui met en prise le frein à bande sur le manchon d'accouplement et cale le moteur en absorbant sa force vive.

La barre de manœuvre commande, en outre, mécaniquement l'interrupteur et le commutateur inverseur du moteur.

Cet interrupteur est formé de deux paires de lames inclinées reliées à l'un des deux conducteurs principaux venant du secteur, et d'une barre destinée à réunir ces deux lames électriquement : à la position d'arrêt, la barre est verticale (cas de la figure) et le courant est interrompu.

Pour la montée, elle prend la position 1 (fig. 62), pour la descente, la position 2; elle donne le courant toujours dans le même sens aux électro-aimants inducteurs A de la dynamo.

Le commutateur-inverseur est formé de deux demi-cercles métalliques, séparés par deux parties isolantes sur lesquels appuient des frotteurs (fig. 62). Deux d'entre eux f_1, f_2 appuient constamment chacun sur l'un des demi-cercles métalliques et sont reliés aux balais en charbon KK′ de l'armature B du moteur; les deux autres f_3, f_4, auxquels aboutissent les conducteurs d'amenée du courant du secteur, appuient sur les parties isolantes *a* et *b*, à la position d'arrêt, puis sur les cercles métalliques quand l'inverseur est tourné.

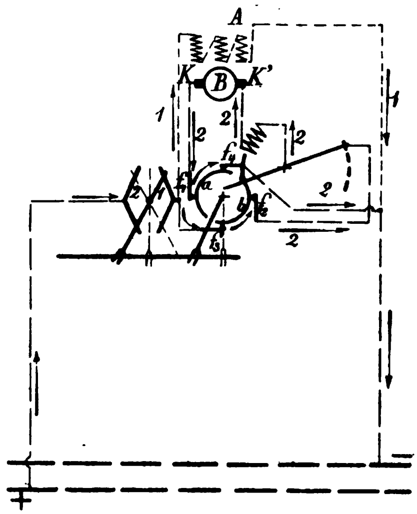


FIG. 62.

On voit que, pour la position 1 de l'interrupteur, le commutateur inverseur a pris la position indiquée (fig. 62) et que, dès lors, le courant du secteur parcourt le circuit de l'inducteur A dans le sens indiqué par les flèches 1, et celui de l'armature dans le sens indiqué par les flèches 2. Pour la position 2 de l'interrupteur, le sens du courant dans l'inducteur serait le même que pour la position 1, mais celui du courant dans l'armature B serait renversé.

Le moteur est à excitation compound. L'inducteur est formé de quatre enroulements, l'un en série, les trois autres en dérivation.

Dès que le circuit est fermé, grâce à l'excitation très intense du champ de l'inducteur, le couple moteur développé dans l'armature prend sa valeur maximum, ce qui est nécessaire pour le démarrage. Le courant n'est introduit dans l'armature que progressivement par le rhéostat de démarrage (fig. 61). Les résistances sont ensuite retirées successivement et automatiquement; la suppression de ces résistances est complète quand le moteur a atteint sa vitesse normale. En même

temps, l'excitation en série est coupée, il ne reste que l'excitation en dérivation qui produit un champ magnétique constant, le secteur fournissant un courant à potentiel constant.

Ce réglage automatique est obtenu à l'aide d'un solénoïde circulaire (représenté fig. 61) intercalé dans le circuit de l'armature du rhéostat de démarrage, et de la bobine en série de l'inducteur.

Le noyau du solénoïde étant attiré d'autant plus que le courant de l'armature est plus intense, entraîne par un levier, le frotteur mobile sur les touches de contact du rhéostat de démarrage.

Dans la position d'arrêt (celle représentée fig. 61) une came, solidaire de l'axe du commutateur-inverseur, maintient relevé le contrepoids du noyau du solénoïde et, par suite, le frotteur mobile au bas du collecteur. Dans cette position, toutes les résistances sont en circuit et le moteur est excité en compound. Au moment du démarrage, cette came abandonne le contrepoids du noyau du solénoïde, mais comme la force contre-électromotrice de l'armature est nulle, l'intensité du courant qui parcourt le solénoïde est maximum et tout le noyau est attiré. A mesure que cette force contre-électromotrice augmente avec la vitesse de rotation, l'intensité dans le solénoïde diminue, le contrepoids fait descendre le noyau et remonter le frotteur mobile sur les touches du collecteur, ce qui supprime les résistances de démarrage et l'excitation en série. Enfin, au moment de l'arrêt, par suite du déplacement de la barre transversale et de la rotation du commutateur-inverseur, la came solidaire de l'axe de ce dernier relève le contrepoids du noyau du solénoïde et ramène le frotteur mobile au bas du collecteur. Tout est donc disposé de nouveau pour une autre manœuvre de l'ascenseur.

Le moteur fonctionnant à potentiel constant avec excitation dérivée, la vitesse, aussitôt après le démarrage, est sensiblement constante, quelle que soit la charge et, par suite, quel que soit le couple moteur. Ce dernier varie seulement avec la puissance (en watts) absorbée par la rotation, et, puisque la tension est constante, avec l'intensité (ampères) débitée.

La dépense d'électricité est proportionnelle au travail de l'ascenseur et à la charge élevée.

Un ascenseur construit pour trois personnes et une hauteur d'ascension de 20 mètres absorbe 110×40 ampères $= 4\,400$ watts par seconde.

La vitesse d'ascension étant de $0^{m}45$ par seconde, l'élévation de la

charge se fait en 20 : 0,45 = 45 secondes; la puissance absorbée est donc de 4 400 × 45 = 198 000 watts-seconde, ou 198 000 : 3 600 = 55 watts-heure.

La descente n'exige qu'une dépense d'intensité de 8 ampères; la puissance absorbée est donc de 110 × 8 = 880 watts par seconde et, pendant les 45 secondes du trajet, de 880 × 45 = 48 400 watts-seconde, ou 48 400 : 3 600 = 14 watts-heure en nombre rond.

Soit, au total, pour une course complète, 55 + 14, ou 69 watts-heure. Au prix de 0 fr. 06 l'hectowatt-heure, une course complète ressort à 4,14 centimes (3,30 centimes pour la montée à pleine charge et 0,84 pour la descente à vide), alors qu'au tarif de 0 fr. 60 le mètre cube d'eau, un ascenseur hydraulique du type ordinaire consommerait au moins 230 litres pour une course complète, revenant ainsi à 13,8 centimes, soit plus du triple de la dépense d'électricité.

Il convient d'ajouter qu'à chaque étage se trouve un bouton *b* qui permet au locataire de cet étage de demander au concierge, par un coup de sonnerie et l'apparition d'un voyant sur un tableau indicateur, de lui envoyer la cabine. Au reçu de cet appel, le concierge pousse le poussoir correspondant situé dans la cabine, puis met cette dernière en montée en poussant le bouton du rez-de-chaussée.

Dans ce système une personne quelconque ne peut donc pas d'un étage faire venir elle-même la cabine à cet étage en l'arrêtant au niveau voulu ainsi qu'on le fait pour les ascenseurs à manœuvre à corde. C'est une garantie contre les dérangements provenant de ces cortes de manœuvres effectuées sans précautions la plupart du temps.

Le concierge est toujours prévenu de la mise en montée ou descente de la cabine par une lampe qui s'allume à ce moment dans sa loge.

Enfin le schéma (fig. 61) représente le système employé pour l'arrêt automatique du moteur à fin de course de la cabine. L'arbre du tambour de treuil est muni d'un filet de vis sur lequel un écrou est obligé de se déplacer quand l'arbre tourne; la longueur de la partie filetée correspond à la course totale de la cabine; arrivé à l'extrémité de son parcours, l'écrou fait embrayer un manchon à griffes avec un autre manchon qui agit sur la barre de manœuvre et la met à l'arrêt.

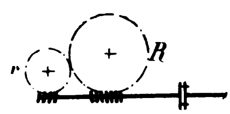


FIG. 63.

Dans certains ascenseurs du même type, l'arbre manchonné sur celui de l'armature du moteur porte deux vis à pas contraire engre-

nant : l'une avec avec une roue R clavetée sur l'arbre du tambour; l'autre avec une roue *r* qui attaque la précédente (fig. 63). Cette combinaison a pour but de permettre la suppression de paliers de buttée et de répartir entre les deux engrenages le travail, la pression et l'usure.

Ascenseur avec relais servo-moteur, système Dulait.

Dans ce système (fig. 64), l'organe *o* qui gouverne l'ascenseur (distributeur électrique ou hydraulique) est solidaire d'une tige filetée *i* qui traverse le moyeu taraudé d'une roue hélicoïdale *h* maintenue à droite et à gauche, de manière à ne pouvoir que tourner.

Quand la roue tourne, la tringle *i* se déplace longitudinalement d'un côté ou de l'autre.

La roue est conduite par un petit servo-moteur électrique *n* qui reçoit le courant dans un sens ou dans l'autre par quatre interrupteurs bipolaires.

Ces quatre interrupteurs sont commandés par autant de relais qui doivent produire la montée, l'arrêt à la montée, la descente ou l'arrêt à la descente.

L'électro *m* du premier relais est embroché sur le circuit des boutons « montée » ; les électros *ad* et *am* des deuxième et troisième relais sont placés sur le circuit des boutons d' « arrêt » ; et l'électro *d* du quatrième relais sur celui des boutons « descente ».

Il y a donc trois circuits de manœuvre.

Quand un électro attire son armature *b*, celle-ci déclenche un levier à contrepoids ou marteau *c* qui s'abat le long de deux glissières *r* se mouvant à frottement dur contre leur support, et recourbées à leurs extrémités.

A la fin de sa course, le levier entraîne les glissières et les applique contre deux plots fixes *e* en fermant ainsi le circuit du servo-moteur *n* qui tourne, entraîne la roue, la tringle et l'organe distributeur.

En même temps, la tringle, qui est taillée en crémaillère sur une faible longueur, entraîne un pignon *s*, un axe et quatre plateaux *f* (un par relais) qui portent chacun une goupille *g*. L'une d'elles relève le marteau qui s'est abattu; une autre libère le marteau qui doit tomber à la manœuvre suivante; les autres maintiennent en place les deux marteaux qui ne doivent pas fonctionner.

Le marteau relevé ne soulève les glissières, pour arrêter le servo-

moteur, *qu'à la fin de sa course,* quand il est près de se réenclencher.
La cabine est reliée aux circuits fixes de manœuvre par un câble C à quatre conducteurs qui s'enroule et se déroule sur un tambour T.

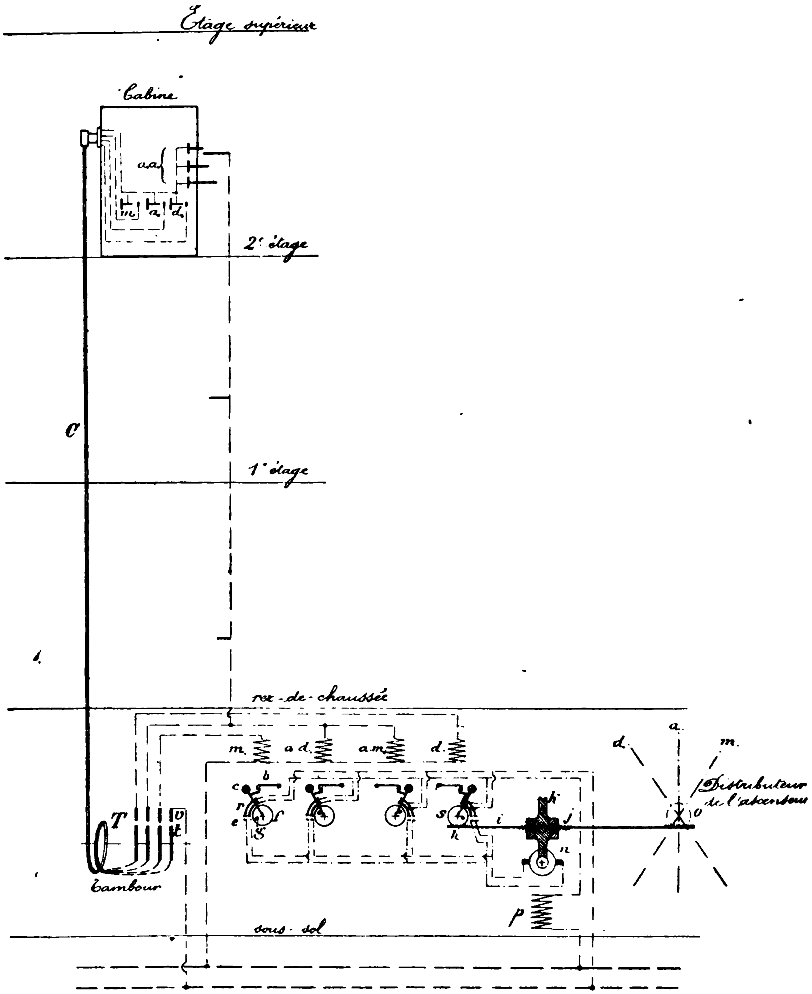


Fig. 64.

Les extrémités des fils du câble sont fixées à des bagues *t*, et les conducteurs fixes correspondants, à des frotteurs *v*.

Une même boîte, dans la cabine, contient un bouton « montée », un bouton « descente », un bouton d'« arrêt » et un bouton d'« arrêt automatique » pour chaque étage intermédiaire.

Les dispositions de sécurité sont analogues à celles employées dans les autres systèmes.

Il serait possible, avec un système convenable d'enclenchements réciproques, de n'employer que deux circuits de manœuvre, deux relais et deux catégories de boutons de manœuvre.

Dispositifs pour la commande à distance par l'électricité des moteurs électriques au moyen de boutons-poussoirs et d'un distributeur général, système Pifre et Brillié.

Ce dispositif permet, à l'aide de quatre boutons-poussoirs, de produire, à distance, la mise en marche dans un sens ou dans l'autre d'un moteur électrique, son ralentissement et son arrêt.

Le schéma (fig. 65) permet de se rendre compte du mode de fonctionnement du système, qui comporte :

1° Des *circuits de manœuvre* (dérivation prise sur la canalisation principale ou circuit de pile indépendant) qui comprennent les boutons de manœuvre des commutateurs et deux électros M (montée) et D (descente) agissant sur l'armature N qui constitue l'interrupteur inverseur d'un servo-moteur S ;

2° Le *circuit du servo-moteur* en dérivation sur la canalisation principale ;

Ce servo-moteur excité en série actionne par engrenage droit et vis sans fin le bras F du distributeur qui commande le moteur principal ;

3° Le *circuit du moteur principal :*

L'armature N est maintenue par un ressort dans sa position moyenne ; le circuit du servo-moteur est alors ouvert.

Si, en appuyant sur un bouton « montée » ou « descente », on ferme le circuit d'un des électros M ou D, l'armature N s'incline, l'inverseur ferme le circuit du servo-moteur qui déplace le bras F et le moteur principal se met en marche.

Si on continue à appuyer sur un bouton de montée ou de descente le servo-moteur continue à tourner jusqu'à ce que le bras F arrive au bout de sa course, et pendant ce déplacement, le moteur principal acquiert une vitesse de plus en plus grande.

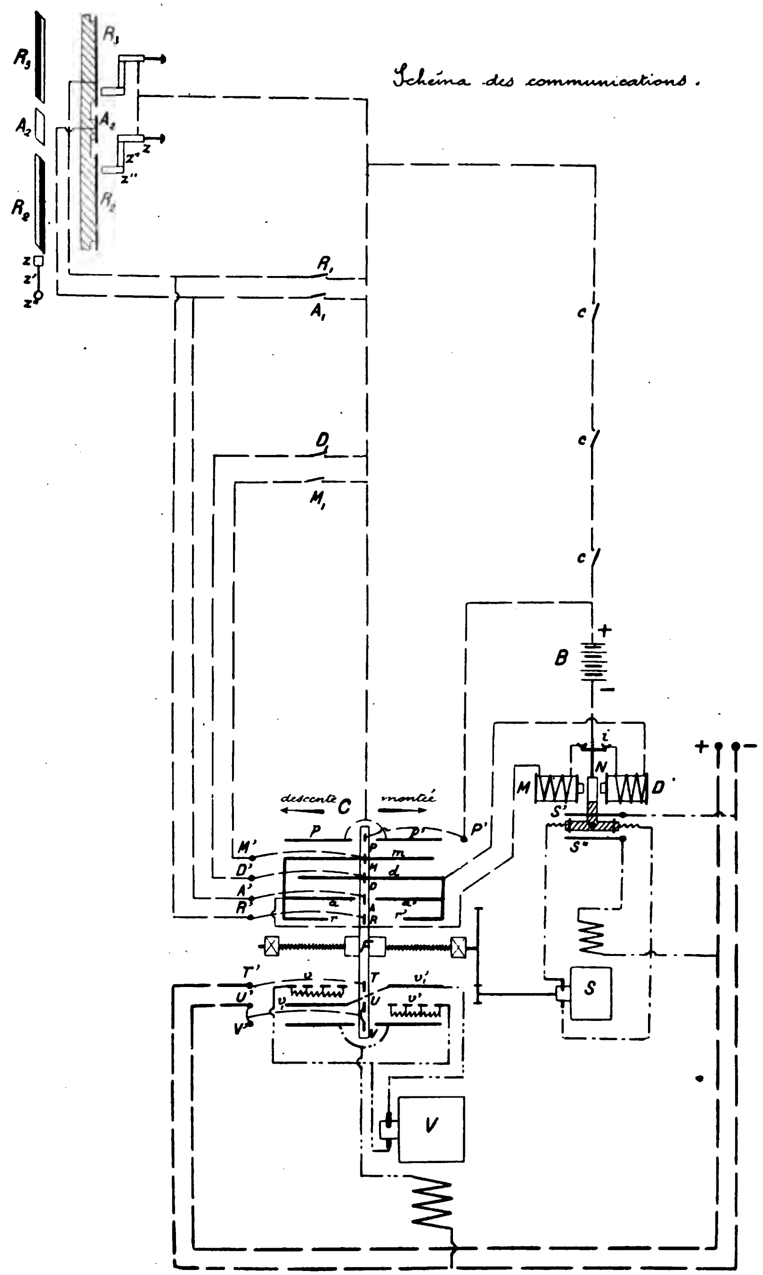


Fig. 65.

B, Pile;
MD, Relais;
S, Servo-moteur;
C, Commutateur-distributeur;
V, Moteur principal;
N, Armature du relais;
i, Commutateur du circuit de pile;
S'S", Inverseur du servo-moteur;
M_1, Boutons « montée »;
D_1, Boutons « descente »;
A_1, Boutons « arrêt »;

R_1, Boutons « ralentissement »;
A_2, Contact d' « arrêt automatique »;
R_2R_3, Contact de « ralentissement automatique »;
C, Interrupteurs des portes palières
Z, Taquets de la cabine.
— — — Circuits de manœuvre;
—·—·— Circuit du servo-moteur;
—··— Circuit du moteur principal;
— — Canalisation générale

Le bras F porte 3 frotteurs se déplaçant sur des barres sectionnées : les cinq frotteurs supérieurs P, M, D, A et R sont reliés par fils souples aux conducteurs P′, M′, D′, A′ et R′ qui communiquent avec les boutons de manœuvre et les contacts de la cabine. Les barres correspondant à ces frotteurs sont reliées aux électros du relais et cet ensemble constitue les interrupteurs et commutateurs des circuits de manœuvre.

Les trois frotteurs inférieurs T, U, V sont en relation avec la canalisation extérieure et les barres correspondantes avec l'inducteur et l'induit du moteur principal à travers des résistances de démarrage. Cet ensemble forme le commutateur-inverseur du moteur.

Le circuit de manœuvre comprend :

La pile (au cas où on y a recours) ;

Le commutateur *i* du relais d'où partent deux dérivations aboutissant chacune à l'interrupteur triple du commutateur principal après avoir passé par l'électro M ou D ;

Trois dérivations comprenant l'une, les boutons « arrêt », l'autre les boutons « ralentissement » et la troisième les boutons « montée » ou « descente ». Ces trois dérivations se raccordent à la dernière partie du circuit sur laquelle sont embrochés les interrupteurs *c* des portes palières qui constituent un moyen connu de condamnation de la manœuvre lorsqu'une porte est ouverte.

Le distributeur comporte, en outre, un contact P′*p*, rompu seulement dans sa position moyenne, qui a pour but de laisser s'achever un mouvement commencé si, par hasard, une porte palière venait à être ouverte pendant la marche de la cabine.

A l'arrêt, la condamnation a lieu et le départ ne devient possible que si la porte a été refermée.

MANŒUVRES.

La cabine étant au repos, on provoque la *montée* en appuyant sur un bouton M_1. Cette montée s'opère avec une vitesse d'autant plus grande que la durée de la pression sur le bouton a été plus longue, sans que, toutefois, la vitesse puisse dépasser une limite supérieure fixée d'avance.

Étant en montée, si on appuie d'une manière permanente sur un bouton D, on obtient successivement le ralentissement, l'arrêt, puis la descente de la cabine.

Si, la cabine étant en descente, on presse sur un des boutons R, le courant traverse l'électro M jusqu'à ce que le circuit des boutons R_1 soit coupé au distributeur en R*r*. A ce moment, le bras F s'arrête, quelle que soit la durée du contact, et le mouvement continue *avec une vitesse très faible.*

Pour provoquer l'*arrêt*, on presse un bouton A_1. Le courant parcourt de nouveau l'électro M et le bras F vient se placer dans sa position moyenne d'arrêt où il coupe le circuit des boutons A.

Les effets sont évidemment les mêmes pour un déplacement inverse du bras F.

Ralentissement et arrêt automatiques.

La boîte de manœuvre fixée sur la cabine porte une série de taquets (un par étage) et de boutons.

Chaque taquet Z″ est relié par une lame flexible Z′ à une pièce métallique Z en relation avec le fil de retour commun.

A chaque étage sont placées trois bandes R_2, A_2, R_3 en relation avec le fil de ralentissement R′ et le fil d'arrêt A′.

Les contacts R_2 et R_3 portent sur le côté des bandes isolantes et se terminent par des biseaux qui dirigent le contact Z″ de la cabine sur les parties conductrices à l'arrivée, et sur l'isolant au départ, de manière à fermer le circuit de ralentissement dans le premier cas et à l'ouvrir dans le deuxième.

La longueur des bandes R_2 et R_3 est suffisante pour que le régime à vitesse réduite soit établi quand se produit le contact A Z″. L'arrêt s'obtient alors exactement et sans secousses.

A la mise en marche, si la durée du contact est trop courte pour fermer le circuit d'excitation du moteur principal, le distributeur reprend automatiquement la position de repos.

Dispositifs divers de commande du distributeur.

D'autres dispositions que celles indiquées ci-dessus peuvent être prises pour la commande du distributeur.

Si le distributeur est mis en mouvement par un moteur électrique, il est utile d'avoir un dispositif pour l'arrêt rapide du bras F à la

rupture du circuit. On peut employer, à cet effet, soit un *frein* appliqué sur l'arbre du servomoteur, soit un *embrayage électrique* agissant sur l'arbre de la vis sans fin. L'un ou l'autre de ces appareils est actionné par une bobine placée dans le circuit du moteur.

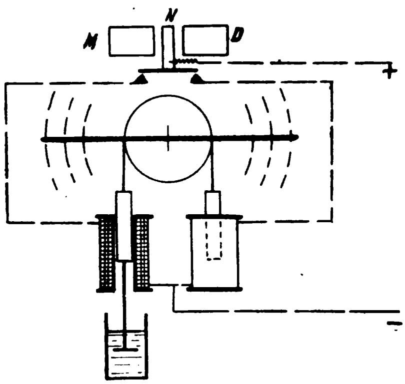


FIG. 66.

Le déplacement de la traverse F peut également être obtenu par le système représenté figure 66, et comprenant deux solénoïdes, deux plongeurs avec roue et un levier à mouvement rotatif avec adjonction d'une cataracte à liquide. Ce système est plus simple, mais moins sûr que le précédent.

AUTRE MODE DE RÉGLAGE DU MOTEUR PRINCIPAL.

La figure 65 suppose l'emploi d'un moteur excité en dérivation avec résistances dans l'induit. Ce réglage ne convient qu'au cas particulier où la charge est à peu près constante ; en effet, si on introduit dans le circuit de l'armature une résistance donnée, on a une perte de charge proportionnelle à l'intensité du courant et par conséquent beaucoup plus grande à pleine charge qu'à vide. Or, comme la vitesse d'un moteur est directement proportionnelle à la différence de potentiel entre les balais, une résistance donnée influera plus dans le premier cas que dans le second. D'un autre côté, l'énergie dépensée aux bornes du moteur reste constante.

Pour obtenir un réglage rigoureux de la vitesse, on peut faire varier directement le voltage aux bornes de l'armature par un nombre variable d'accumulateurs (en conservant l'excitation constante), ou encore appliquer la disposition représentée par la figure 67 qui consiste à faire usage d'un transformateur TU fournissant directement le courant au moteur V de l'ascenseur.

Les deux machines sont supposées excitées en dérivation.

La dynamo T fonctionne comme moteur ; pendant toute la période de marche, elle tourne à vitesse constante.

La dynamo U, manchonnée directement avec T, forme génératrice ; son courant d'excitation est réglé par le distributeur.

Enfin, la dynamo V a son enduit V_a relié directement à l'induit U_a de la génératrice U, et son excitation V_i est en série avec l'excitation T_i du moteur T. Le courant d'excitation de ces moteurs est pris entre les deux conducteurs principaux.

Les deux induits V_a et U_a constituent un circuit indépendant, de faible résistance, dans lequel la perte de tension par les fils eux-mêmes est faible.

La vitesse du moteur V dépend donc de la force électromotrice de

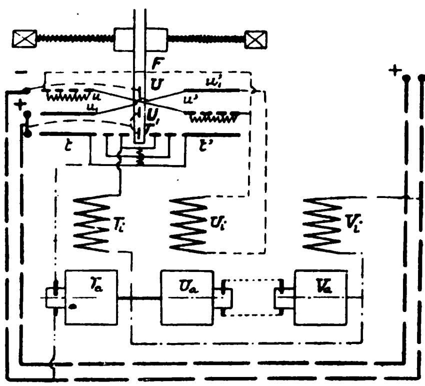


Fig. 67.

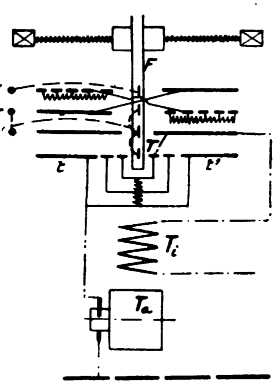


Fig. 68.

la génératrice U, qui est elle-même subordonnée à son courant d'excitation, et par suite aux résistances introduites au distributeur dans le circuit U_i.

L'intensité du courant, dans l'induit T_a, est, dans ces conditions, fonction de la puissance mécanique dépensée.

On a supposé les résistances de réglage introduites dans l'excitation de la génératrice. Dans ce cas, le commutateur est plus simple, et le rendement est un peu affecté par les résistances supplémentaires ajoutées, qui sont faibles par rapport à l'inducteur de grande résistance.

La figure 68 indique l'emploi d'un frotteur auxiliaire et de barres reliées d'une part aux premiers plots *t* et *t'*, d'autre part aux induc-

teurs. Cette disposition évite d'ouvrir et de fermer simultanément les circuits du moteur T.

Les barres *u*, *u'* (fig. 67) étant reliées à l'inducteur U_i par des résistances décroissantes, la force motrice de la génératrice U augmente; à mesure que le bras F s'éloigne de sa position moyenne.

Elle change de sens quand F passe d'un côté à l'autre.

Quand F revient sur lui-même, la force électromotrice diminue la force contre-électromotrice forme frein.

Dès l'arrêt de la cabine, le transformateur tourne à vide, l'intensité dans l'induit T_a est très faible, et la force contre-électromotrice est presque égale à la tension de distribution. Puis, l'inducteur F_i et l'induit T_a sont coupés en même temps. L'extra courant dû à la force contre-électromotrice se dérive dans l'inducteur et il n'y a pas d'étincelles.

Par ce moyen, la vitesse du moteur principal est réglée *pour chaque position du distributeur*, indépendamment de la charge.

De plus, l'énergie électrique absorbée reste proportionnelle au travail mécanique fourni.

Le rendement, à la vitesse de régime, est plus faible qu'avec un seul moteur ; mais il est plus élevé *à vitesse réduite*.

Un autre avantage est que les ruptures de circuit s'effectuent sur des courants peu intenses.

Appareil spécial de mise en marche et de sécurité.

Cas d'un transformateur. — Pour le réglage exact du moteur T, on peut remplacer les barres sectionnées *t* et *t'* du distributeur des figures 67 et 68 comportant le rhéostat de démarrage, par d'autres plus simples à un seul contact T*t* ou T*t'*, en y adjoignant un *appareil régulateur de sécurité* qui ramène la vitesse de ce moteur à une valeur de régime si elle s'en écarte inopinément, par l'effet d'une surcharge par exemple.

L'appareil régulateur comprend un rhéostat dont le bras oscillant est solidaire d'un fléau à contrepoids relié aux noyaux en fer de 2 bobines en circuit, comme l'indique la figure 69, l'une A avec l'induit du moteur T, et les résistances de réglage ; l'autre I, avec l'excitation T_i.

Les deux dérivations se réunissent en F', et le circuit commun est fermé par le bras F.

L'équilibre est établi pour une intensité normale dans l'excitation, et une intensité maximum dans l'induit; toutes les résistances sont alors introduites en circuit.

A la mise en marche, il ne se produit aucun effet.

Dès que l'induit tourne, le fléau s'incline vers la droite et supprime

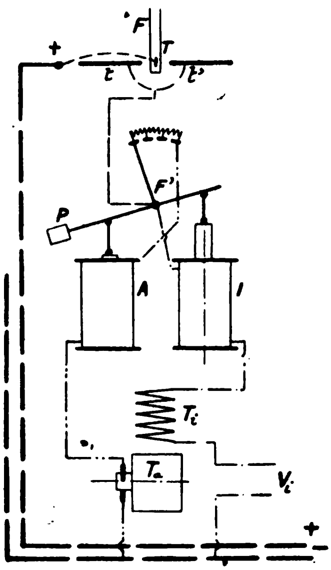


Fig. 69.

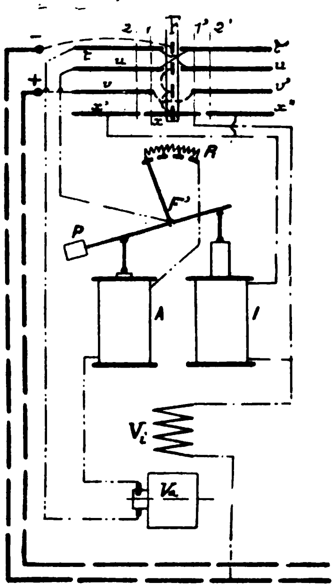


Fig. 70.

des résistances. Il s'incline au contraire vers la gauche dès que l'intensité croît dans l'induit.

A l'arrêt, le fléau retombe sur la gauche et y reste.

Cas d'un moteur unique.—La figure 70 montre l'application du dispositif précédent à un seul moteur au cas où on n'a pas besoin de la précision que donne l'emploi du transformateur.

Ce croquis indique les connexions à établir.

La barre inférieure est sectionnée en trois parties reliées à l'inducteur: l'une, x, directement; les autres, x' et x'', à travers la bobine I.

Les barres *t* et *u* sont reliées : l'une à un balai, l'autre au deuxième balai, par les résistances de réglage et la bobine A.

Le bras F ferme simultanément l'excitation et l'induit ; il inverse le courant dans l'induit seul.

Dans la position 1 (ou 1'), il envoie le courant d'excitation dans l'inducteur seul ; quand il arrive en 2 (ou 2'), il met en circuit la bobine I, et le bras F' supprime les résistances R, placées dans l'induit.

On ne peut avoir, avec ce dernier dispositif, que deux vitesses correspondantes aux positions 1 et 2 (ou 1' et 2') du distributeur, mais c'est suffisant dans certains cas, pour les monte-charges par exemple.

Tous les dispositifs décrits sont applicables, sans grands changements, aux moteurs excités en série.

Enfin, au lieu de contacts métalliques glissants, on peut employer des contacts à mercure, avec transmissions de mouvement par leviers et cames.

CONCLUSIONS

En publiant le résultat de nos recherches et de nos études personnelles sur les ascenseurs, nous avons eu principalement pour but de faire connaître les différents types d'ascenseurs les plus répandus.

Les ascenseurs hydrauliques ont fait leurs preuves et ont, depuis longtemps déjà, été pourvus de tous les perfectionnements dont ils étaient susceptibles.

Les recherches faites par les constructeurs dans le but de réduire au minimum le coût des manœuvres ont eu, en partie, pour origine, l'augmentation notable du tarif de l'eau à Paris.

Les ascenseurs hydro-électriques et électriques ont permis de résoudre ce problème et il est à remarquer que les constructeurs se sont ingéniés à trouver des solutions pratiques d'une réelle valeur. Il serait bien difficile de préconiser tel ou tel système; c'est là question d'espèce, et nous ne saurions trop recommander à nos lecteurs de s'entourer de tous les renseignements de nature à guider leur choix.

L'application de l'électricité à la manœuvre des ascenseurs est de date toute récente, et par ce que nous en avons dit, on peut juger de l'état actuel de la question.

Dans l'intérêt général, nous croyons devoir former le vœu que l'énergie électrique arrive à conquérir dans ses applications mécaniques la place qui lui est due en raison même des avantages qu'elle présente.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE IV. — **Ascenseurs électriques.**

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 20968-11-96.